ISSN 0716 – 0178



MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO





ANALES
MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

ISSN 0716 – 0178 An. Mus. Hist. Nat. Vol. 20 1989 Valparaíso Chile

ISSN 0716 – 0178



MINISTERIO DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO



ANALES
MUSEO de HISTORIA NATURAL de VALPARAISO

CHILE

ISSN 0716 – 0178 An. Mus. Hist. Nat. Vol. 20 1989 Valparaíso Chile

Edición de 600 ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Condell 1546 Casilla 3208 Correo 3 Teléfono 257441
Valparaíso – Chile

Revista indexada en
Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts
Bulletin Signalétique
Zoological Record

ANALES
DEL
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
VALPARAISO - CHILE

Vol. 20 1989

INDICE

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 5 - 18, 1989

ADVECCION SUPERFICIAL DEL FITOPLANCTON EN LA LAGUNA GRANDE DE SAN PEDRO (CONCEPCION, CHILE)*

PATRICIO DOMINGUEZ y DUNNY CASANOVA.**

ABSTRACT

In this paper the working hipothesis was that spatial distribution of phytoplankton algae in lakes is dependent on the speed and direction of water currents and weight of algae species.

The objectives were thw following: 1. To stimate the pattern of superficial currents induced by wind stress. 2. To stablish weights of most abundant algal species, and 3. To stimate the spatial distribution of these algae in relation to current speed in two scales (microscale and lake scale).

The experimental approach considered the following subject: 1. The superficial layer (50 cm) of Laguna Grande de San Pedro (Concepción, Chile); 2. The currents induced by wind stress when anticyclonic climatic conditions are dominant (s-SW winds); and 3. The most abundant algae present in this layer trouggh January 15th - 16th, 1985. In addition Northern, Central and Southern sector were individualized across the lake, in accord to water circulations models for lakes of similar features.

The results were:

1. The current speed was 1.6°/o of wind speed. The direction of current was variable and was dependent on wind speed. This linear relation was held for wind speed between 0 and 300 m/min; above this speed, it became asymptotic.
2. Three weight classes for algae species were observed: "Light" (*Rhodomonas minuta, Cryptomonas erosa)*, "Middle (*asterionella formosa, Sphaerocystis schroeteri, Cosmoclasium constrictum, Closterium acutum* var. *variabile)* and "Heavy" *(Staurastrum gracile, Staurodesmus mamillatus, Melosira granulata)*.
3. The distribution of certain algae (*R. minuta, C. erosa* and *A. formosa)* was more affected by turbulence than horizontal advection by currents. The other species did not show significant spatial variations. This affect was observed in microscale and lake scale.

INTRODUCCION

El modelo propuesto por Kierstead y Slobodkin (1953) y Skellan (1951), conocido como modelo KISS, ha servido de marco conceptual a las investigaciones tanto en ecología marina como en limnología. Postula que la persistencia espacial y temporal de los conglomerados de algas depende de que la tasa neta de cambio de la biomasa, sea capaz de compensar las pérdidas por difusión que experimenta el conglomerado, como producto de la advección. Este modelo describe la ecología de las algas en términos de biomasa total y el modelo utiliza un valor único para la tasa de crecimiento de la biomasa (una división por día) (Harris, 1986).

Esta proposición considera un cierto grado de homeostasis por parte del conglomerado, que se expresa en un área mínima de 1 km. En la medida que aumenta la velocidad de la corriente y/o las tasas de crecimiento de las algas son bajas, la condicionante ambiental se hace predominante y la distribución de éstas, es determinada, principalmente, por el componente abiótico (Powell *et al.*, 1975; Therriault y Platt, 1978 y 1981; Platt y Denman, 1980; Herman y Platt, 1980; Côté y Platt, 1983; Trimbee y Harris, 1983). Por su parte, Harris y Smith (1977), Sandusky y Horne (1978) y Stoecker *et al.* (1984) han registrado agrupamiento horizontal a escalas muy pequeñas (de 1 a 12 m), pero esta organización es relativamente transitoria y puede ser modificada o suprimida por la fuerza del viento.

George y Edwards (1976) y George y Heaney (1978) se aproximan al problema analizando el comportamiento frente al viento de algunas especies de algas y detectan una relación inversa entre la formación de conglomerados y la velocidad del viento en dos lagos de pequeñas dimensiones. Estos autores, al reducir la escala de trabajo, incorporan al análisis las características biológicas de los organismos fitoplanctónicos, y señalan que aquellos neutralmente flotantes responden de manera diferente a la advección de aquellas algas vacuoladas, como las cianofíceas, distribuyéndose desigualmente a lo largo del lago.

* Trabajo financiado parcialmente por Dirección de Investigación. Universidad de Concepción.

** Sección Ecología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059. Valparaíso.

Entre estas características biológicas destacan mucílagos, apéndices, vacuolas gaseosas y flagelos entre otros, que sirven para compensar, en alguna medida, la fuerza de gravedad. De esta manera, las algas presentan diferentes pesos específicos y, por consiguiente, diferentes tasas de sedimentación; aquellas algas con tasa de sedimentación baja pueden considerarse como partículas más livianas que aquellas algas que sedimentan más rápido (pesadas). Como estas características son atributos de las especies, las algas deberían conservar esta cualidad cuando están afectadas por una corriente que las transporta horizontalmente.

Bajo estos planteamiento se puede postular que existiría una respuesta diferenciada de las especies a la advección, la cual sería función de sus pesos relativos que, de existir, debería expresarse como una segregación en el espacio de los tipos de algas.

Para enfrentar un problema de esta naturaleza se requiere de un conocimiento mínimo de la hidrodinámica de los sistemas lacustres seleccionados para el estudio. Sin embargo en Chile, este campo es prácticamente inexplorado y no existen antecedentes; sólo es posible disponer de las batimetrías de algunos lagos chilenos (Arenas, 1972; Campos *et al.*, 1977; Dellarossa y Parra, 1985 entre otros). Antecedentes acerca de distribución horizontal de plancton tampoco existen y en la literatura sólo se encuentran aspectos de dinámica comunitaria en una perspectiva temporal (Parra *et al.*, 1980; Domínguez y Zúñiga, 1979; Zúñiga *et al.*, 1985, entre otros).

Las consideraciones expuestas han llevado a plantear una investigación de tipo preliminar en este ámbito, cuyo principal objetivo es valorar el efecto de la corriente de superficie inducida por el viento, sobre el transporte horizontal de las algas en función de sus pesos relativos.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

1. Inferir un patrón de corrientes superficiales inducidas por el viento dominante en condiciones anticiclónicas.
2. Establecer el peso relativo de las especies abundantes.
3. Estimar el patrón de distribución espacial de algunas algas en superficie en función de la corriente y de sus pesos relativos.

CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

Laguna Grande de San Pedro (36º 52' S, 73º 06' W) se encuentra enclavada en la parte nord-oriental de la Cordillera de Nahuelbuta, al Sur del río Bío-Bío y aproximadamente a 4 km de la ciudad de Concepción. Su alineamiento respecto a su eje mayor es SSW a NNE. El plano batimétrico (Fig.1) muestra un cauce alargado, de pendientes abruptas que se suavizan hacia el Sector Norte y carece de accidentes geográficos relevantes. El espejo de agua ocupa 157.7 há, con un largo máximo de 2.67 km y un ancho máximo de 1.37 km. Se encuentra a 4 m.s.n.m.

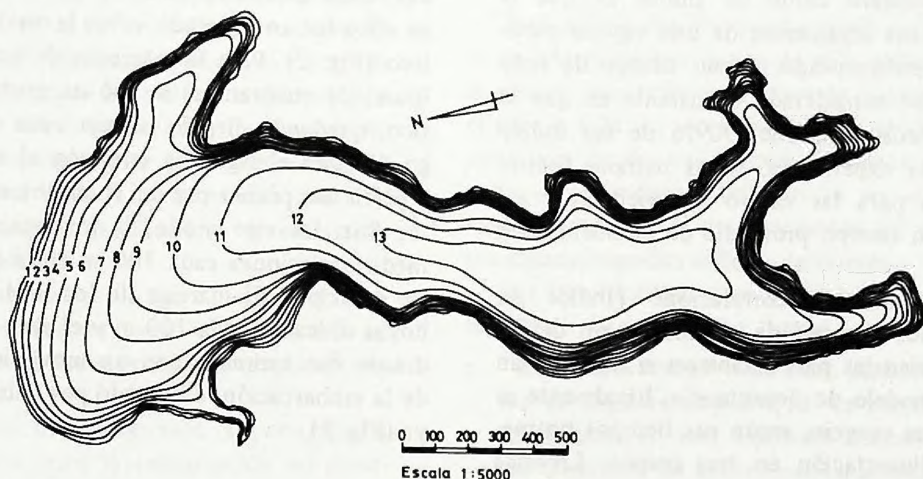
La temperatura del cuerpo de agua durante el invierno alcanza a 10º C y en verano a 21º C con perfiles térmicos homogéneos. Los fuertes vientos dominantes (del norte en invierno y del suroeste en verano) se orientan siguiendo el eje longitudinal del lago. Ha sido clasificado como polimíctico (Dellarossa y Parra, 1985). En este lugar y bajo condiciones climáticas de dominio anticiclónico se hicieron las mediciones y recolecciones del material de estudio.

MATERIALES Y METODOS

1. Establecimiento de la dirección y velocidad de la corriente superficial inducida por el viento Sur-Suroeste.

Esta etapa requirió de 25 salidas a terreno bajo condiciones anticiclónicas, realizadas con el objeto de estimar dirección y velocidad de la corriente inducida por el viento en el estrato superficial (50 cm).

El derivador utilizado tiene una relación área emergida: área sumergida de 1:20. Fue construído con un eje de fierro y aspas de aislapol de 15 cm x10 cm las que se localizaron entre 10 y 40 cm bajo la superficie del agua. La velocidad fue medida cronometrando el tiempo empleado en recorrer una distancia de 20 - 30 m, medidos en un hilo que se ató al derivador. Una vez detenido se midió, con un compás magnético, el ángulo formado por el derivador, una boya de referencia (que se ancló en forma independiente en un costado del bote) y el Norte magnético (George y Heaney, 1978). Las mediciones se realizaron en un punto central de los sectores Norte, Centro y Sur del lago, cuyas dimensiones corresponden a 1/3 de la longitud del lago en cada caso.



Simultáneamente se midió dirección y velocidad del viento con una veleta portátil que se localizó a 1.5 m sobre el nivel del agua. Los vectores resultantes fueron estimados según el método de la descomposición rectangular (Sears, 1960). Las velocidades fueron expresadas en m/min y la dirección del viento y de la corriente en grados sexagesimales.

2. Consideración del régimen del viento.

El régimen de vientos, para efecto del trabajo, fue definido de la siguiente manera:

a. Período de calma (C). Carencia de vientos o vientos con velocidad inferior a 50 m/min. En el espejo de agua se refleja el paisaje circundante. El trabajo contempló mediciones en el momento de calma matinal (C-1) y hacia el final de este período (C-2), que se caracteriza por la deformación de la imagen del entorno sobre el espejo de agua.
b. Período de viento suave (S). Vientos iguales o superiores a 50 m/min e inferiores a 160 m/min. El espejo de agua muestra olas suaves, parejas y cresta blancas.
c. Período de viento fuerte (F). Viento igual o superior a 160 m/min. Se visualiza oleaje fuerte y persistente, con olas que alcanzan un tamaño considerable. Este período se ha subdividido de la siguiente manera:

F-1: Velocidad del viento entre 160 y 250 m/min en incremento.
F^+: Velocidad del viento superior a 250 m/min.
F 2: Velocidad del viento similar a F-1, pero en declinación.

3. Establecimiento de los pesos relativos de las especies.

El material fue obtenido por arrastre de una red de 35 μm de malla. En laboratorio, el material fue diluído en agua fresca filtrada procedente de la laguna. De esta dilución se tomó una alícuota que fue puesta a sedimentar en una cámara Utermöhl de 10 ml (altura = 2.0 cm). El proceso de sedimentación fue seguido mediante recuentos sucesivos de cada una de las muestras, contabilizándose en ellas la totalidad de las especies seleccionadas.

La observación se realizó durante un tiempo máximo para cada una de cuatro experiencias. No se realizó más experiencias debido a que la estructura comunitaria de la laguna es muy dinámica y aquella con que se trabajó fue reemplazada rápidamente por otra diferente. *Cosmocladium constrictum* apareció sólo en una oportunidad, de ahí la deficiencia de información sobre esta especie. *Rhodomonas minuta* y *Cryptomonas erosa* sedimentaron, en todos los casos, una vez que la

muestra fue fijada. Además, la duración de cada experiencia fue variable dependiendo de las condiciones ambientales en el laboratorio al momento de hacer el recuento. La estabilización del número se consideró como un índice de que la totalidad de los organismos de una especie particular había sedimentado. Como tiempo de sedimentación fue considerado el instante en que se registró la decantación del 90o/o de sus individuos en cada experiencia. Estos tiempos fueron promediados para las cuatro experiencias y así se obtuvo un tiempo promedio de sedimentación por especie.

Posteriormente se correlacionó (Indice de Spearman) los tiempos de sedimentación de las cuatro experiencias para establecer si reproducian un mismo modelo de decantación. Finalmente se clasificó a las especies según sus tiempos promedios de sedimentación en tres grupos: Livianas (tiempos mayores que 90o/o), intermedias (tiempos de 50 a 90o/o) y pesadas (tiempos menores que 50o/o).

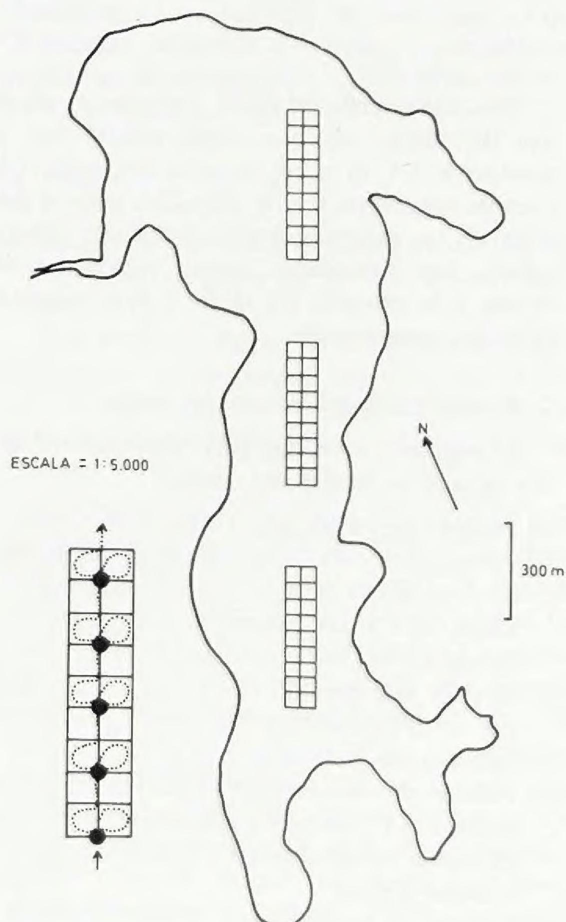
4. Diseño muestral:

Se contempló dos niveles de análisis: i) macroescala, tendiente a valorar el efecto de la corriente sobre la distribución de las algas en el largo plazo e ii) microescala, que tiende a valorar el efecto inmediato de la corriente en el transporte de las algas.

Para el nivel de macroescala, se conservó la división en tres sectores (Sur, Centro y Norte), ya definidos anteriormente. Estos fueron establecidos teniendo presente el modelo teórico de circulación para lagos cuadrangulares (George, 1981). En el caso de Laguna Grande de San Pedro existirían surgencias en el Sector Sur y hundimientos en el Sector Norte cuando el viento es Sur-Suroeste. El Sector Centro correspondería a la zona de flujo más libre de la corriente.

En cada uno de los sectores aludidos se ubicó un rectángulo de muestreo (R.M.) de 100 m x 450 m, dispuesto en sentido paralelo al eje principal del lago, que se correspondió con la dirección general de la corriente (como quedará demostrado más adelante). Además, éstos fueron dispuestos en una sola línea en esa dirección, en el centro de cada sector para evitar el efecto de los bordes (Fig. 2). Los tres R.M. fueron separados entre sí por 250 m, constituyendo en conjunto una macroescala que permite medir variaciones cada 700 m a lo largo del eje principal del lago.

Cada uno de estos tres R.M., a su vez, fue dividido en 9 pares de cuadrantes enfrentados que permitió registrar variaciones a microescala en la dirección del eje principal, con mediciones replicadas. Cada cuadrante tuvo 50 m x 50 m y el par de ellos fue considerado como la unidad del muestreo (Fig. 2). Para la selección de estas unidades (pares de cuadrantes) se usó un muestro sistemático, quedando elegido un par cada dos a lo largo de todo el lago. La selección al azar se inició a partir del primer par del R.M. ubicado en el Sector Sur. De este modo, la microescala permitía medir variaciones cada 100 m en la dirección del eje principal. El marcaje de los R.M. se hizo con boyas ubicadas cada 100 m y el área de cada cuadrante fue estimada con un movimiento circular de la embarcación, efectuado por delante de la boya (Fig. 2).



5. Tratamiento del fitoplancton.

Cada cuadrante seleccionado se muestreó el día 15 de enero de 1985 dos veces durante el período de calma (C-1 y C-2), una durante el período de viento suave (S) y tres durante el período de viento fuerte (F-1, F^+ y F-2). Este muestreo fue repetido al día siguiente, porque el efecto de transporte podría expresarse al cabo de un ciclo diario, o bien ser consecuencia de un efecto acumulativo producto de más de un ciclo. Al procederse de esta manera se pretendió cubrir el rango en que podría manifestarse el efecto de advección horizontal.

El muestreo se realizó de Sur a Norte y el tiempo empleado en recorrer cada R.M. fue de 8-12 min; el recorrido de los tres R.M. fue realizado en 30-40 min.

El fitoplancton fue recolectado con una bomba de flujo continuo, con la embarcación en movimiento; la boca-toma se sumergió entre 10-30 cm de profundidad, a unos 2m de distancia del bote. En cada uno de los cuadrantes seleccionados se recolectó alrededor de 5 l de agua con el objeto de aumentar la representatividad de la muestra; una vez homogeneizada, se tomó una sub-muestra de 100 ml, la cual fue fijada en lugol. Posteriormente las algas fueron contabilizadas, según la técnica de Utermöhl y las abundancias se expresaron en individuos/l.

6. Valoración del transporte horizontal de las algas.

Para valorar si existe advección horizontal de las especies y en qué medida ésta se encuentra relacionada con sus pesos, se supuso que las especies más livianas serían arrastradas más rápidamente por la corriente que aquellas más pesadas.

Bajo este planteamiento se debería esperar que las especies más livianas aparecieran en mayor abundancia más al norte en los pares de cuadrantes de cada R.M. (a microescala) y/o en los R.M. (a macroescala) y que sucediera lo contrario con las especies más pesadas. El grado de advección debería, además, encontrarse relacionado directamente a la velocidad del viento. En el análisis se debe considerar, entonces, estas tres fuentes de variación: pares de cuadrantes o R.M. según fuera la escala analizada (C_i), velocidades del viento (V_j) e interacción entre ambos (CV_{ij}). Se usó un modelo de análisis de varianza a dos factores (efectos fijos), con interacción del tipo:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + V_j + (CV)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

con i = 1,...,a; j = 1,...,b; K = 1,2,3,4, (a microescala)
K = 1,2 (a macroescala)

Este ANVA fue conducido tanto a microescala como macroescala cambiando sólo el factor C_i, en el primer caso referido a pares de cuadrantes y en el otro a R.M. (o sectores), para la abundancia de cada uno de los tres grupos de especies. Y_{ij} es el valor de abundancia referido ya sea al grupo de especies pesadas, al de intermedias, al de livianas o a algunas especies aisladas de interés.

Las tres hipótesis que se probaban con las relaciones F de estos ANVA fueron:

a. "La abundancia no varía entre pares de cuadrantes (a microescala) o R.M. (a macroescala)". El rechazo de esta hipótesis se interpretó como sugerente de variaciones espaciales de abundancia, aunque no necesariamente debidas a la velocidad del viento y por consiguiente del agua (podría deberse a agregaciones).
b. "La abundancia no varía entre diferentes velocidades de viento". El rechazo de esta hipótesis se interpretó como sugerente de variaciones explicadas por transporte vertical debido a un aumento de la turbulencia.
c. "La abundancia no varía entre pares de cuadrantes a diferentes velocidades de viento". El rechazo de esta hipótesis se interpretó como sugerente de variaciones espaciales debidas al cambio en la velocidad del viento y, por consiguiente, del agua.

RESULTADOS

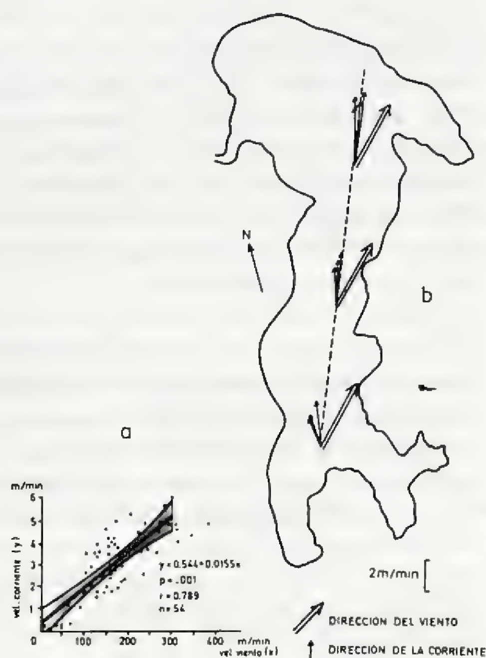
1. CORRIENTE SUPERFICIAL BAJO CONDICION ANTICICLONICA

Debido a la imposibilidad de medir la dirección y velocidad de la corriente y cumplir, simultáneamente, con el muestreo de fitoplancton, se hizo necesario conocer previamente el sistema de corrientes generado bajo las condiciones climáticas escogidas. El propósito fue lograr una buena aproximación del efecto de advección, lo que requiere que el fenómeno pueda expresarse, efectivamente, en la escala seleccionada. Para ello se analizó los siguientes aspectos:

a. Velocidad de viento y de corriente superficial.

No se observó diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades de viento re-

gistradas en los tres sectores del lago lo que permite hablar de una sola velocidad a lo largo de éste. Varió entre 0 y 300 m/min según fuera el momento del día en que se hiciera la medición. En todo este rango de variación, la velocidad de la corriente deducida por mediciones en el derivador) resultó relacionada linealmente de manera significativa ($P < 0.01$) con el viento. De este modo se podría estimar la magnitud de la corriente a partir de mediciones en el anemómetro, usando el modelo siguiente: V.C. = 0.544 + 0.0115 V. A. o, a lo menos inferir un aumento directo y proporcional de la velocidad superficial de la corriente ante aumentos en la velocidad del viento (Fig. 3a).



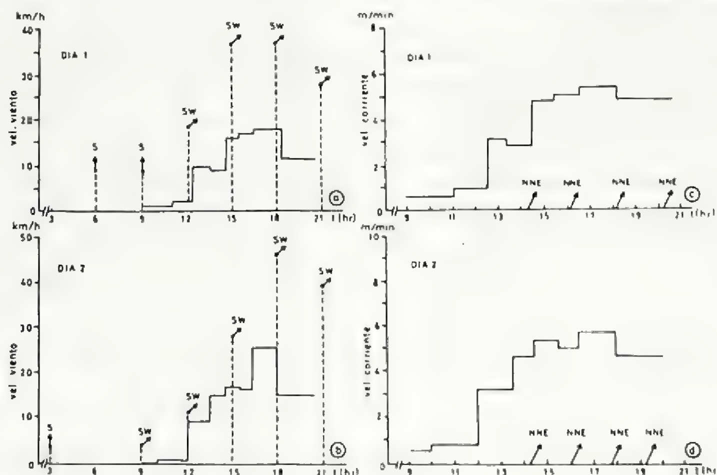
b. Dirección del viento y de la corriente superficial.

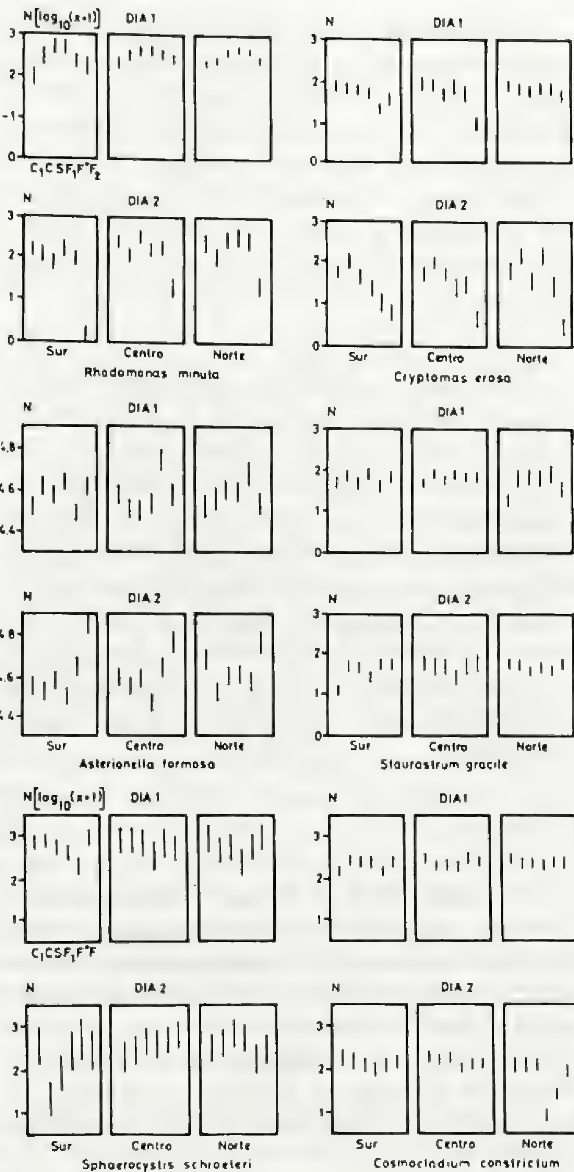
La dirección del viento varió entre 175° y 250° SW con una media de 226°. La corriente superficial tenía igual dirección aunque variando entre 19° y 26° SW. A medida que la velocidad del viento aumentaba, la dirección de la corriente más se aproximaba a la dirección del viento y, por consiguiente, prácticamente tomaba la misma dirección del eje principal de la laguna (Fig. 3b).

Las mayores coincidencias entre dirección de corriente y eje principal se obtuvieron en los sectores Centro y Norte, a alrededor de 200 m/min de velocidad de viento. Las variaciones mayores observadas entre dirección de corriente y eje de muestreo en el sector Sur (Fig. 3b) no fueron tan importantes como para invalidar las conclusiones que se podría llegar a partir de las observaciones realizadas.

c. Régimen del viento durante los días de muestreo.

De las mediciones anemométricas efectuadas, se observó un período de calma nocturna hasta las 9 hrs, seguido de un incremento en la velocidad hasta las 17 hrs y un descenso a partir de esa hora. Al segundo día el incremento de velocidad fue mayor, probablemente asociado a la estabilización climática. Sin embargo, las diferencias entre los regímenes de viento de ambos días no fueron estadística-





mente significativas (Fig. 4). Los registros hechos por la Oficina Meteorológica de Carriel Sur respaldan estas observaciones acerca del régimen eólico, aunque con velocidades mayores (Fig. 4, línea punteada).

Todas las mediciones realizadas en la Oficina Meteorológica confirmaron, además, la dirección SW de los vientos y como la mayoría de las observaciones registraron velocidades superiores a 167 m/min (Fig. 4), se puede deducir que la corriente superficial del agua tendía a tener la misma dirección que el eje principal de la laguna, es decir, la misma orientación de las escalas –macro y micro– usadas para muestrear fitoplancton.

d. Espacio recorrido por efecto de la corriente.

Las estimaciones de velocidad de corriente realizadas en función del viento (Fig. 4), suponiendo que una partícula cualquiera se movía a la misma velocidad de las corriente, permitieron inferir el espacio recorrido por una partícula suspendida en la superficie del agua, durante el tiempo entre muestreos. Esto, a su vez, permitió establecer que .sólo durante el cambio de velocidad de viento fuerte a muy fuerte, en ambos días de muestreo, una partícula excedería (y sólo en 44 m) los 450 m del largo de cada rectángulo de muestro (Fig. 2).

2. ESTIMACION DE LOS PESOS RELATIVOS DE LAS ESPECIES DE FITOPLANCTON

Las especies de fitoplancton más abundantes en Laguna Grande de San Pedro durante los días estudiados, con sus porcentajes de presencia, tiempos medios de sedimentación y clasificación según éstos se presentan en la Tabla 1.

Las correlaciones de Spearman entre tiempos de sedimentación de las cuatro experiencias, fueron estadísticamente significativas ($P < 0.01$), lo que es indicativo de que las cuatro experiencias reprodujeron un resultado similar, en lo referente al orden de sedimentación de las especies estudiadas, no importando las condiciones bajo las cuales fueron realizadas.

Las características más relevantes de las especies livianas son su movilidad y tamaño pequeño. Entre las intermedias se incluyó a *C. constrictum,* pese a tener un solo registro, porque en experiencias anteriores se había observado una respuesta de sedimentación similar a las de este grupo. La principal característica de esta agrupación es que son formas coloniales de gran tamaño, exceptuando *Cl. acutum* var. *varibile* (es probable que su pequeño volumen y forma bicónica le permitan incrementar considerablemente su área superficial respecto de su volumen, lo que favorecería su flotabilidad). En cuanto a las especies pesadas son formas cocales, solitarias, de tamaño pequeño y envueltas en mucílago, excepto *M. granulata*, que es una especie cocal colonial, filamentosa, de gran tamaño y carente de mucílago.

TABLA 1

ESPECIES MAS ABUNDANTES CON SU PORCENTAJE DE PRESENCIA, TIEMPO PROMEDIO DE SEDIMENTACION Y GRUPO EN QUE FUERON CLASIFICADAS

ESPECIE	PRESENCIA (o/o)	TIEMPO PROMEDIO	CLASIFICACION
Rhodomonas minuta	0.82	100	Liviana
Cryptomonas erosa	0.38	100	Liviana
Asterionella formosa	92.02	67	Intermedia
Sphaerocystis schroeteri	2.20	69	Intermedia
Cosmocladium constrictum	0.60	77	Intermedia
Closterium acutum var. *variabile*	0.25	73	Intermedia
Staurodesmus mamillatus	0.30	32	Pesada
Straurastrum gracile	0.35	30	Pesada
Melosira granulata	0.28	45	Pesada

3. TRANSPORTE HORIZONTAL DE LAS ALGAS

a. Microescala;

En la Tabla 2 se presentan por cada especie, sector y día, los valores de F y su significación en cada fuente de variación. Del análisis de la Tabla se deduce que:

1. En general sólo el factor "velocidad del viento" aparece como importante para explicar las variaciones de abundancias que presentan las especies a nivel de cada cuadrante. En particular, su efecto es estadísticamente significativo para todas las especies livianas, para una intermedia (*A. formosa*) y para una pesada (*Str. gracile*).

2. El factor "cuadrante", no parece ser importante para explicar las variaciones de abundancia a nivel de cada velocidad de viento, pues su efecto aparece esporádicamente como significativo.

3. Lo mismo se puede decir del efecto combinado de velocidad de viento y cuadrante ("interacción").

Esto sugiere que la velocidad del viento, interpretado en términos de turbulencia sería el factor más importante en la variación de la abundancia de algunas especies en el estrato superficial, especialmente las livianas de una intermedia (*A. formosa*). La homogeneidad térmica (21.2 – 21.4 °C) de los primeros cinco metros de profundidad registrada días antes por Dellarossa y Parra (1985) avalan esta aseveración, ya que los movimientos de mezcla de agua comprometerían, por lo menos, hasta este nivel.

Con el objeto de precisar el efecto del viento sobre la abundancia en las cuatro especies afectadas la Fig. 5 presenta los valores promedios de abundancia de cada una de estas especies con sus respectivos intervalos de confianza al 95o/o. *S. schroeteri* y *C. constrictum* han sido incorporados en la figura, pero la discusión se hará más adelante al tratar el fenómeno de advección a macroescala.

En el caso de *R. minuta*, la significación del factor viento sobre la abundancia en el primer día puede ser explicada principalmente por el aumento de abundancia a medida que se incrementa la velocidad del viento y su caída cuando el viento es muy fuerte (F+ y F-2). En el segundo día, esta significación sería producto, principalmente, de la caída de la abundancia durante la máxima velocidad de viento. Algo parecido se observa para *C. erosa*, aunque el esquema de abundancias al primer día es más conservativo que el que presenta *R. minuta*.

En el caso de *A. formosa* la significación encontrada, que se repite en los tres sectores, podría deberse al aumento de la turbulencia al incrementarse la velocidad del viento. Esto produciría transporte vertical en ambas direcciones con la consecuente pérdida de abundancia de las especies livianas, ya indicada en el párrafo anterior y aumento de *A. formosa* hacia el final del segundo día (Fig. 5).

b. Macroescala

Los valores de F y su significancia al 1o/o para las componente "entre vientos", "entre sectores" e "interacción" se entregan en la Tabla 3 y su interpretación es la misma que para microescala.

Los resultados sugieren la importancia del viento en términos de turbulencia, una mayor importancia de la componente espacial, y mayor número de interacciones significativas. Como la importancia del viento ya ha sido destacada, el problema se reduce a analizar en qué medida se

diferencian las abundancias entre sectores cuando existen diferencias significativas. En caso de existir transporte debería establecerse una tendencia al incremento de las abundancias en el sentido Sur-Norte. Para ello se re-enfocó la información presentada en la Fig. 5 y se adicionó al análisis los gráficos correspondientes a *S. schroeteri* y *C. constrictum*, especies que presentan interacciones significativas a nivel de macroescala.

Del análisis de la Fig. 5 se deduce que las diferencias de abundancias registradas entre sectores se deben fundamentalmente a algún valor que escapa a una tendencia general como es el caso de *R. minuta* (Segundo día, Sector Sur, F-2) y *C. erosa* (Primer día, Sector Centro, F-2) o a una tendencia más generalizada como *S. schroeteri* (Segundo día, Sector Sur). *C. constrictum* no evidencia tendencia alguna en ambos días y *Str. gracile* muestra una tendencia opuesta a la esperada (Segundo día).

De estos resultados se desprende que las interacciones significativas serían consecuencia de efectos aleatorios, probablemente asociados con la turbulencia, ya que en ninguno de los casos analizados se puede constatar, con claridad, la tendencia esperada. En conclusión, no existiría un efecto evidente de la advección en la distribución espacial de las algas y, a este nivel de análisis, se reafirmarían aquellas conclusiones ya indicadas a nivel de microescala.

DISCUSION

La hipótesis sometida a prueba fue trabajada sobre la base que si se dispone de un stock inicial de algas relativamente homogéneo, la acción del viento haría que por transporte de un extremo a otro, un sector aumentaría su stock de algas en desmedro del otro. En este transporte se debería esperar que todas las algas de una misma especie fuesen transportadas a la misma velocidad, de modo que el efecto antes indicado solo sería posible de visualizar cuando existiese un obstáculo en el camino que favoreciese la acumulación de algas (por ejemplo los límites ribereños de la laguna). Por el contrario, si las agregaciones fuesen evidentes el desplazamiento de conglomerados de algas, y por ende el transporte diferencial de ellas, podría ser visualizado claramente con un diseño como el ejecutado tanto a nivel de macroescala como de microescala.

Bajo este contexto, los resultados expuestos no difieren de aquellos registrados en la literatura. George y Heaney (1978) señalan una distribución espacial no homogénea del fitoplancton sólo cuando están presentes las algas cianofíceas y flagelados (dinoflagelados). George y Edwards (1976) indican que a velocidad de viento superiores a 400 m/min., los conglomerados de cianofíceas, que se forman en el sector sotavento del lago, son destruidos; Heaney y Talling (1980) señalan que velocidades de viento de 230 m/min serían suficientes para destruir agregaciones de *Ceratium hirundinella* (flagelado). Esto hace suponer que dadas las características del régimen de viento bajo el cual se hicieron las mediciones, la orientación de la cuenca respecto del viento y la homogeneidad térmica de los primeros cinco metros (Dellarossa y Parra, 1985), los fenómenos físicos predominarían sobre los biológicos tal como lo indican Therriault *et al.*, (1981) para una escala espacial mayor, cuando el viento alcanza una velocidad de 300 m/min. Esto es evidente por cuanto en la laguna no se han detectado agregaciones (componente espacial de la varianza no significativo: Tablas 2 y 3), de donde se puede inferir que el estrato superficial sería ocupado por un solo gran conglomerado.

La turbulencia sería, entonces, un factor determinante de la ruptura de los conglomerados y, además, sería un factor con fuerte incidencia en la distribución vertical de las especies. Según Happey–Wood (1976), *Rhodomonas sp.* y *Cryptomonas sp.*, si bien presentan migraciones verticales diarias como respuesta a la luz, éstas sólo se expresan bajo condiciones de mínima turbulencia. Es así, entonces, como el incremento de ésta anularía cualquier tendencia a mantenerse en superficie, provocando finalmente el hundimiento de estas especies.

Respecto de la distribución de *A. formosa*, su posición en los estratos superficiales estaría condicionada por los movimientos turbulentos del agua que le permiten acceder a zonas más iluminadas; esta característica es común a muchas especies de diatomeas (Titman y Kilham, 1976; Reynolds, (1984). Reynolds *et al.* (1986) han registrado un fenómeno similar para *M. granulata*, diatomea dominante en el embalse Rapel (VI Región, Chile).

Si se acepta este argumento, tratándose de especies de flotabilidad opuesta, se podría postular que el resto de las especies al no presentar diferencias significativas para las diferentes condiciones de viento a) no presentan preferencias por algún estrato particular y estarían repartidas en

forma homogénea en la columna de agua o, b) en caso de existir alguna preferencia por algún estrato, las algas se localizarían por debajo de la zona comprometida por la turbulencia; en tal caso debería esperarse una movilización de ellas al igual que *A. formosa* cuando dicho estrato fuese incorporado a los movimientos turbulentos.

TABLA 2

VALORES F DEL ANVA PARA MICROESCALA. DATOS TRANSFORMADOS LOG. (x+ 1). (*= VALORES SIGNIFICATIVOS P = 0.01)

			FUENTE DE VARIACION		
ESPECIE	SECTOR	DIA	VIENTO	CUADR.	INTERAC.
R. minuta	S	1	7.04*	1.43	1.08
	S	2	126.89*	1.21	1.25
	C	1	9.68*	1.28	1.29
	C	2	27.51*	1.84	0.64
	N	1	25.10*	5.54*	2.06
	N	2	22.36*	o.95	0.60
C. erosa	S	1	16.22*	1.61	1.45
	S	2	14.05*	1.24	0.70
	C	1	19.51*	1.62	1.69
	C	2	28.33*	0.52	2.48
	N	1	2.03	2.57	1.43
	N	2	39.63*	1.66	1.05
A. formosa	S	1	9.54*	2.27	1.54
	S	2	34.54*	2.82	1.89
	C	1	9.09*	1.33	1.25
	C	2	30.70*	8.00*	2.77*
	N	1	5.65*	0.78	1.09
	N	2	19.15*	3.65	1.49
S. schroeteri	S	1	24.43*	7.87*	10.04*
	S	2	6.78*	2.57	2.10
	C	1	0.92	1.25	0.81
	C	2	1.25	0.56	0.80
	N	1	2.14	0.87	0.88
	N	2	1.00	0.75	0.80
C. constrictum	S	1	6.13*	2.71	0.84
	S	2	1.19	0.55	0.91
	C	1	2.54	0.81	1.15
	C	2	2.25	1.85	0.95
	N	1	0.82	0.36	1.00
	N	2	11.15*	4.36*	3.13*
Cl. actum var. *variabile*	S	1	2.08	2.80	0.78
	S	2	1.36	0.83	0.93
	C	1	1.81	2.73	1.91
	C	2	2.04	2.00	1.75
	N	1	5.91*	1.51	1.86
	N	2	0.40	1.96	1.32
Std. mamillatus	S	1	6.03*	0.49	2.25
	S	2	0.90	1.69	0.66
	C	1	0.95	0.74	0.50
	C	2	3.38	5.35*	3.39*
	N	1	0.19	0.71	0.58
	N	2	5.77*	2.31	1.24

CONTINUACION TABLA 2

Str. gracile	S	1	5.64*	2.73	1.00
	S	2	18.33*	3.06	4.93*
	C	1	5.38*	2.39	2.26
	C	2	1.97	2.46	1.06
	N	1	7.57*	2.35	2.57*
	N	2	3.48	3.13	0.89
M. granulata	S	1	2.34	0.94	1.00
	S	2	3.21	1.73	2.30
	C	1	2.84	1.58	1.75
	C	2	0.90	0.21	0.80
	N	1	3.24	3.51	4.45*
	N	2	0.69	1.18	1.02

TABLA 3

VALORES F DEL ANVA PARA MACROESCALA. DATOS TRANSFORMADOS LOG (x + 1). (* = VALORES SIGNIFICATIVOS P = 0.01)

		FUENTES DE VARIACION		
ESPECIE	DIA	VIENTO	SECTOR	INTERACC.
R. minuta	1	18.84*	1.29	2.24
	2	135.68*	37.73*	9.30*
C. erosa	1	19.87*	6.29*	8.01*
	2	60.57*	2.04	3.41*
A. formosa	1	5.33*	0.20	7.85*
	2	42.83*	0.54	4.36*
S. schroeteri	1	4.02*	0.79	2.24
	2	2.51	6.78*	3.72*
C. constrictum	1	0.48	8.25*	3.82*
	2	7.57*	8.67*	3.51*
Cl. acutum var.	1	6.29*	0.41	0.69
variabile	2	0.51	1.06	1.04
Std. mamillatus	1	0.82	0.01	1.67
	2	3.27*	1.29	0.97
Str. gracile	1	5.84*	6.42*	3.70*
	2	3.86*	4.18	4.79*
M. granulata	1	3.67*	0.31	1.01
	2	1.37	3.95	1.31

CONCLUSIONES

La acción de la corriente de superficie sobre las algas, en la Laguna Grande de San Pedro, fue estimada en los primeros 50 cm, de profundidad.

Las conclusiones son las siguientes:

1. Patrón de corriente superficial. La corriente generada por lo vientos de S-SW tiene una velocidad equivalente al 1.6o/o de la velocidad del viento imperante, relación que se conserva para aquellas entre 0 y 300 m/min. Por sobre esta velocidad crítica, la tendencia es a una asíntota.

La dirección de la corriente es variable formando un ángulo de deflección respecto del viento dominante (deflección media de 20 - 27°). Este ángulo se reduce en la medida que el viento incrementa su velocidad. El alineamiento general de la corriente, bajo condiciones de

viento fuerte es en el sentido del eje principal del lago.

2. Pesos relativos de las especies. Se detectaron tres categorías de especies en función de los tiempos de sedimentación medidos en condiciones de laboratorio:

a. Especies livianas. Especies que no sedimentan. Esta categoría reune especies unicelulares flageladas (*R. minuta* y *C. erosa*).

b. Especies intermedias. Especies que sedimentan lentamente (50o/o - 90o/o de tiempo de experimentación). Reune principalmente a especies coloniales (*A. formosa, S. schroeteri* y *C. constrictum* y la forma cocal solitaria *Cl. acutum* var. *variabile*).

c. Especies pesadas. Especies que sedimentan rápidamente (menos del 50o/o del tiempo de experimentación). Esta categoría reune principalmente a especies cocales solitarias (*S. gracile* y *Std. mamillatus*) y una forma colonial filamentosa (*M. granulata*).

3. Patrón de distribución de las algas en función de la corriente. La distribución de algas en la Laguna Grande de San Pedro pareciera estar más afectada por la turbulencia que por el transporte horizontal por parte de la corriente superficial. Este efecto es visualizado tanto a microescala como a macroescala.

R. minuta y *C. erosa* (especies livianas) tienden a conservar un nivel de abundancia en superficie cuando los vientos son suaves y disminuyen cuando incrementan su velocidad. *A. formosa* (especie intermedia) aumenta su abundancia cuando los vientos son superiores a 300 m/min, probablemente cuando la turbulencia compromete a estratos más profundos luego de una acción sostenida. El resto de las especies no presentan variaciones significativas en el espacio y puede considerarse que: a) las especies no exhiben preferencias por algún estrato en particular, o b) que las especies se localizaría bajo la zona comprometida por la turbulencia.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. O. Parra por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo y a los Sres. Reinaldo Castillo y Francisco González C. la asistencia técnica en terreno.

REFERENCIAS

ARENAS, J. N., 1972. Morfometría del Lago Riñihue (Prov. de Valdivia, Chile). Mus. Nac. Hist. Nat. Publ. Ocasional, 14: 1-14.

CAMPOS, H., J. ARENAS, W. STEFFEN & G. AGÜERO, 1977. Estudio limnológico, morfométrico, físico y químico del Lago Neltume (Valdivia, Chile). Medio Ambiente, 3:37-47.

DELLAROSSA, V & O. PARRA, 1985. Estudio de la Laguna Grande de San Pedro y del Lago Lanalhue. Universidad de Concepción y Dirección General de Aguas. Informe Técnico. 196 pp.

DOMINGUEZ, P. & L.R. ZUÑIGA, 1979. Perspectiva temporal de la entomostracofauna limnética de Lago Ranco (Valdivia, (Chile). An. Mus. Hist. Nat. (Valparaíso), 12:53-58.

GEORGE, D.G., 1981. Wind-induced water movements in the South Basin of Windermere. Freshwater Biol. 11:37-60.

GEORGE, D.G. & R.W. EDWARDS, 1976. The effect of wind on the distribution of chlorophyll "a" and crustacean plankton in a shallow eutrophic reservoir. J. Appl. Ecol., 13:667-690.

GEORGE, D.G. & S.I. HEANEY, 1978. Factors influencing the spatial distribution of phytoplankton in a small productive lake. J. Ecol., 66:133-155.

HAINES, D.A. & R.A. BRYSON, 1961. An empirical study of wind factor in Lake Mendota. Limnol. Oceanorgr., 6:356-364.

HAPPEY- WOOD, C.M., 1976. Vertical migration pattern in phytoplankton mixed species composition. Br. phycol. J., 11:355-369.

HARRIS, G.P., 1986. Phytoplankton Ecology. Structure, function an fluctuation. Chapman and Hall, London, N.Y., 384 pp.

HARRIS, G.P. & R.E.H. SMITH, 1977. Observation of small-scale spatial patterns in phytoplankton populations. Limnol. Oceanogr., 22 (5): 887-889.

HEANEY, S.I. & J.F. TALLING, 1980. Dynamics aspects of Dinoflagellate distribution patterns in a small productive lake. J. Ecol., 68:75-94.

HERMAN, A. & T. PLATT, 1980. Meso-scale Spatial Distribution of Plankton: Coevolution of Concepts and Instrumentation. p. 204-225. In. M. Sears and D. Merriman (Eds.). Oceanography the Past. Springer-Verlag.. New York, N.Y.

KIERSTEAD, H. & L.B. SLOBODKIN, 1953. The size of water masses containing plankton blooms. J. Mar. Res., 12: 141-147.

PARRA, O.O., E. UGARTE, S. MORA, M. LIBERMAN, A. ARON & L. BALABANOFF, 1980. Remark on a bloom of *Microcystis aeriginosa* Kützing. Nova Hedvigia, 33:971-1004.

PLATT, T. & K. L. DENMAN, 1980. Patchiness in Phytoplankton Distribution. p. 413-431. In: I. Morris (ed.). The Phisiological Ecology of Phytoplankton. Studies in Ecology. Vol. 7. Blackwell Scientific Publications. 625 pp.

POWELL, T.M., P.J. RICHERSON, T.M. DILLON, B.A. AGEE, B.J. DOZIER, D.A. GODDEN & L.O. MYRUP, 1975. Spatial Scales of Current Speed and Phytoplankton Biomass Fluctuations in Lake Tahoe. Science, 189: 1088-1090.

REYNOLDS, C.S., 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press. 383 pp.

REYNOLDS, C.S., V. MONTECINO, M.E. GRAF & S. CABRERA, 1986. Productivity and dynamics of a *Melosira* population in the plankton of an impoudment in Central Chile. J. Plankton Res., 8 (4): 715-740.

SANDUSKY, J.C. & A. HORNE, 1978. A pattern analysis of Clear Lake phytoplankton. Limnol. Oceanogr., 23 (4): 636-648.

SEARS, F.W., 1960. Fundamentos de física. I. Mecánica, Calor y Sonido. Aguilar. 570 pp.

SKELLAM, J.G., 1951. Random dispersal in theoretical population. Biometrika, 78:196-218.

STOECKER, D.K., L.H. DAVIS & D. M. ANDERSON, 1984. Fine scale spatial correlation between planktonic ciliates and dinoflagellates. J. Plankton Res., 6(3): 829-842.

THERRIAULT, J.C. & T. PLATT, 1978. Spatial heterogeneity of phytoplankton biomass and related factors in the near-surface waters of an exposed coastal embayment. Limnol. Oceanogr. 23:900-911.

THERRIAULT, J.C. & T. PLATT, 1981. Environmental Control of Phytoplankton Patchiness. Cap. J. Fish Aquat. Sci., 38: 638-641.

TITMAN, D. & P. KILHMAN, 1976. Sinking in freshwater phytoplankton: Some ecological implications of cell nutrient status and physical mixing processes. Limnol. Oceanogr., 21(3): 409-417.

TRIMBEE, A.M. & G. P. HARRIS, 1983. Use of time-series analysis to demonstrate advection rate of different variables in a small lake. J. Plankton Res. 5(6): 819-833.

ZUÑIGA, L.R., P. DOMINGUEZ & A. CARVAJAL, 1985. Distribución espacio-temporal del fitoplancton de la Laguna El Plateado (Valparaíso, Chile). An. Mus. Hist. Nat. (Valparaíso), 16:41-54.

An. Mus. Hist.. Nat. Valparaíso, 20: 19 – 28, 1989

ESTUDIO SOBRE CAPACIDAD GERMINATIVA Y VIABILIDAD TEMPORAL DE SEMILLAS DE JUBAEA CHILENSIS

FRANCISCO SAIZ*, LEONARDO ANTIVILO** y LEOPOLDO SILVA**

ABSTRACT

The germination conditions of *Jubaea chilensis* seeds are studied in relation to substrate, depth and scarification treatment, as well as the temporal viability of the stored seeds.

The following variables are considered: a) Depth: 5 and 15 cms; b) Substrate: sand, sawdust, soil, soil/sawdust (50°/o) and soil/sand (50°/o); c) Scarification treatment: control, serrated, germinative pore elimination, H2SO4 1 and 2 hours.

It is concluded that to achieve a good germination, seeds of the harvest season, because of its great viability, must be seeded in depthness using soil/sawdust or soil as substrates. Scarification was not needed.

INTRODUCCION

Jubaea chilensis (Mol) Baillon, la palmera más austral del mundo, es endémica de Chile. Su límite natural se habría extendido desde la IV a la VII Región del país, con mayor densidad en valles costeros de Chile Central. Actualmente los principales palmares se ubican en el Valle de Ocoa y en la Cuenca de Cocalán. Sembrada por el hombre se encuentra hasta la X Región. Esta especie crece tanto en lugares secos, asociada a vegetales xerófilos, como en fondos de quebradas bajo condiciones de mayor humedad y en laderas hasta 1.400 m de altitud (Angulo 1985, Hoffman 1983, Muñoz 1966, Rodríguez et al 1983, Trafor 1980).

Jubaea chilensis se caracteriza por ser un árbol alto, alcanzando alturas hasta 30 m, de tallo columnar, el que a partir de cierta altura se angosta, llevando en su extremo superior las abundantes hojas que conforman un penacho. Este angostamiento correspondería al inicio de la producción de frutos (Rodríguez et al 1983).

Las flores, pequeñas, se reunen en una espádice recubierta por una espata leñosa, la que se abre en primavera dejando al descubierto el racimo de flores (Muñoz, 1966). Según Rodríguez et al (1983), habría una segunda etapa membranosa y caduca. El árbol inicia su fructificación alrededor de los 60 años, la cual ocurre en verano (rodríguez et al 1983).

El fruto es una drupa ovoide, con un exocarpo fibroso, que cambia de color verde a amarillo a medida que va madurando. En su interior contiene una semilla esférica, dura, de aproximadamente 2 cm de diámetro, con tre poros notorios, uno de los cuales es el germinativo. Las semillas presentan un embrión pequeño con un solo cotiledón (Rodríguez et al 1983, Muñoz 1966).

Observaciones de los autores y el trabajo de MICHEA (1988) constatan un aceptable porcentaje de germinación en terreno, evaluable por la presencia de numerosas plántulas. Nuestras observaciones indican que éstas están sometidas a fuerte depredación por ganado doméstico y a destrucción durante el proceso de extracción de cocos, así como por la acción de visitantes. Todo ello afecta la renovabilidad del palmar al disminuir la magnitud del banco de semillas y la densidad de las plántulas.

La literatura actual sobre el tema se refiere fundamentalmente a: anatomía (Hoffman,.1983; Montenegro, 1984), taxonomía (Muñoz, 1966; Rodríguez et al., 1983) y de manejo del palmar (Trafor, 1980; ICSA, 1982; Angulo, 1985), no existiendo publicaciones en relación a la propagación sexuada de *J. chilensis*, siendo de creencia generalizada su difícil germinación.

Dados los antecedentes anteriores y la baja representación de edades infantiles y juveniles en los palmares, lo que ha llevado a pensar en baja renovabilidad de la especie, se ha considerado importante realizar una evaluación de la capacidad germinativa de las semillas de *J. chilensis* bajo diferentes condiciones.

Los objetivos específicos son:

– Determinar la importancia relativa del sustrato en la capacidad germinativa de las semillas y en el desarrollo de las plántulas.

* Lab. de Ecología

** Lab. de Botánica, U. Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso.

– Determinar la eficiencia de diferentes métodos de escarificación, tanto mecánicos como químicos, en la capacidad germinativa de las semillas.
– Evaluar el efecto de la profundidad de siembra en la capacidad germinativa de las semillas y en el desarrollo de las plántulas.
– Establecer la curva de pérdida de viabilidad de las semillas en el tiempo.

MATERIAL Y METODO

Para el logro del primer objetivo se trabajó con 10 plantabandas de almácigos del Jardín Botánico de Viña del Mar, dependiente de CONAF, conteniendo, por duplas, los siguientes sustratos: Aserrín, Arena, Tierra, Tierra-Aserrín (50°/o) y Tierra Arena (50°/o). Arena y Tierra son condiciones de terreno y Aserrín se considera como un posible favorecedor de la germinación, en vista de posibles acciones de forestación o de reforestación.

Las plantabandas de cada dupla se usaron para sendas siembras a 5 y 15 cm de profundidad. En cada plantabanda se sembraron 700 semillas de *J. chilensis* repartidas en 5 partes iguales y regularmente distribuidas, correspondiendo cada parte a uno de los siguientes tratamientos de escarificación: H2SO4 2 horas, H2SO4 1 hora, Aserrado de endocarpo, Eliminación de tapa de poro germinativo y Sin tratamiento o Control.

La siembra de la totalidad de las semillas se realizó entre el 8 y 9 de agosto de 1988, de semillas provenientes de la cosecha de marzo del mismo año. Sólo se sembraron semillas cuyo diámetro fuera igual o superior a 2,5 cms.

La siembra se controló periódicamente en cuanto a contenido de agua y a temperatura de los diferentes sustratos. Para tal efecto, en cada plantabanda se hicieron tres mediciones: extremos y centro. La determinación de contenido de agua se hizo por el método gravimétrico y la medición térmica mediante termómetros de suelo.

Las características de pH de los sustratos se evaluó al inicio de la investigación. Igualmente, se midió la temperatura y la humedad relativa del ambiente mediante termohigrógrafo en caseta meteorológica ubicada junto al campo de experimentación. Las precipitaciones fueron medidas en el Parque de Fauna adyacente al lugar de estudio.

A medida que la germinación se produjo se categorizó y contabilizó a las plántulas según su estado de desarrollo.

Al término de dos años se repicó la totalidad de las plántulas y se extrajeron todas las semillas remanentes. Estas fueron separadas en dos grupos: con y sin signos de germinación. Estas últimas fueron sometidas a test de viabilidad con 2,3,5 cloruro de trifenil de tetrazolium (Depto. Agr. EEUU, 1962).

Con el fin de conocer la pérdida natural de viabilidad de las semillas almacenadas, objetivo 4, se aplicó mensualmente el test de viabilidad antes mencionado a una muestra de 100 semillas tomadas al azar de un stock almacenado en la época de cosecha, a excepción del primero que se realizó sobre 198 unidades.

RESULTADOS

A. Condiciones ambientales generales.

Las características ambientales generales en que se desarrolló la investigación se grafican en la Fig. 1.

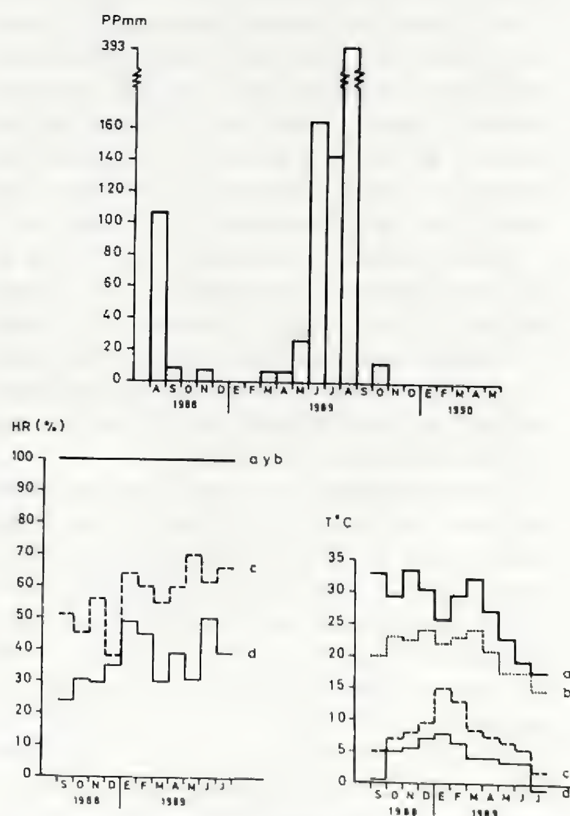


FIG. 1 Condiciones macroclimáticas durante el estudio: Precipitaciones, Temperatura y Humedad Relativa mensuales, expresadas como valores extremos absolutos y promedios de máximas y mínimas. a= máxima absoluta, b = media máxima, c = media mínima, d = mínima absoluta.

B. Características de los sustratos.

Las características de pH de los diferentes sustratos utilizados se presentan en la Tabla 1. Todos los sustratos son medianamente ácidos a excepción de Arena que es neutro (Thompson y Troech, 1982). Sin embargo, las diferencias entre ellos son significativas (0.01º/o), salvo Aserrín versus Tierra-Arena, ya que la otra situación especial (Tierra Tierra/Aserrín) está en el límite de discriminación.

TABLA 1
VALORES DE pH DE LOS SUSTRATOS AL INICIO DEL ENSAYO. DIFERENCIA DE MEDIAS (0.01) EXPRESADA COMO to/tc.

			to/tc				
Sustrato	Promedio	Ds	T	T/As	As	T/Ar	Ar
Tierra	5.48	.02	.0	.91	2.73	5.94	14.30
T/Aserrín	5.55	.05		.0	2.00	3.50	11.23
Aserrín	5.84	.09		–	.0	0 09	5.98
T/Arena	5.86	.04	–	–		.0	9.27
Arena	6.74	.06		–		–	.0

Valores de to/tc inferiores a 1 NO significativos.

TABLA 2

VALORES PROMEDIOS DE TEMPERATURA (ºC) POR SUSTRATO Y PROFUNDIDAD

Sustrato/Profundidad							Fechas
	22/8	13/9	22/9	21/10	11/1	10/3	16/3
			1 9 8 8	*		1 9 8 9	
5 cms							
Aserrín	16.3	21.7	18.7	19.3	31.3	33.3	34.7
Arena	17.0	24.7	19.7	22.0	35.7	36.3	36.0
Tierra	16.7	22.3	19.0	23.3	33.0	37.0	33.0
T/Aserrín	16.3	20.0	18.3	23.0	32.0	32.8	30.0
T/Arena	16.3	23.3	19.0	27.0	37.0	39.0	37.3
Promedio	16.5	22.4	18.9	22.9	33.8	35.7	34.2
15 cms							
Aserrín	14.0	14.0	13.3	16.7	24.0	24.7	24.3
Arena	15.0	16.0	13.7	15.3	24.0	25.0	29.0
Tierra	14.7	15.3	13.7	17.7	25.0	26.8	25.7
T/Aserrín	15.0	15.3	14.3	19.0	27.0	24.7	25.3
T/Arena	15.7	15.7	13.3	17.3	24.3	23.3	25.7
Promedio	14.9	15.3	13.7	17.2	24.9	24.9	26.0

Para visualizar las posibles diferencias térmicas entre sustratos y entre profundidades se hicieron algunas mediciones simultáneas en diferentes t tiempos (Tabla 2). De ellas se deduce que a 5 cm de profundidad la combinación Aserrín y Aserrín -Tierra es la que presenta las temperaturas más bajas y que las más altas se dan en la combinación Arena y Arena/Tierra. El sustrato Tierra aparece como térmicamente intermedio. A 15 cms se detecta una similitud térmica intersustratos (Tabla 3).

TABLA 3

RANGOS TERMICOS (º C) ENTRE PROMEDIOS DE MAXIMAS Y MINIMAS, A 5 Y 15 cms.

Fecha	5 cms	15cms
22/08/88	0.70	1.70
13/09/88	4.70	2.00
22/09/88	1.40	1.00
21/10/88	7.00	3.70
11/01/89	5.70	3.00
10/03/89	6.20	3.50
16/03/89	7.30	4.70
Promedio	4.80	2.80

En cuanto al contenido de agua (Tabla 4) que da en evidencia la escasa retención por parte de Arena tanto a 5 como a 15 cms, siendo máxima en Aserrín. El sustrato Tierra aparece nuevamente en posición intermedia.

C. Del nivel de germinación.

Tomando en cuenta que un porcentaje apreciable de las semillas sembradas se perdió, especialmente por extracción por parte de los visitantes al Jardín Botánico (Tablas 5 y 6), los análisis se harán con referencia al total de plántulas, coleoptilos y semillas remanentes.

TABLA 4

PORCENTAJE DE AGUA PROMEDIO POR SUSTRATO Y PROFUNDIDAD

Fechas/Profundidad		Aserrín	Arena	Tierra	T/Aserrín	T/Arena
5cms	22/08/88	35.7	4.6	16.5	13.5	22.6
	13/09/88	44.6	4.5	22.2	26.6	10.0
	15/09/88	46.2	7.2	21.7	24.6	21.1
	22/09/88	50.0	5.6	23.3	27.7	16.3
	10/10/88	30.7	10.0	34.2	32.7	18.1
	11/10/88	26.9	2.9	21.0	22.4	10.2
	22/10/88	23.7	2.5	12.8	9.7	3.6
	23/10/88	40.6	4.9	21.9	23.4	13.0
	11/01/89	19.0	0.6	5.3	8.2	3.5
	12/01/89	36.2	6.5	23.2	22.3	13.9
	13/04/89	20.9	4.0	8.8	13.4	3.0
	14/04/89	24.7	6.7	18.9	24.5	16.3
	Promedio	33.3	5.0	19.2	20.8	12.6
	22/08/88	36.6	4.9	21.3	16.7	24.0
	13/09/88	42.5	4.0	20.4	28.7	13.2
	15/09/88	47.0	4.8	23.6	28.3	13.4
15cms	22/09/88	50.6	6.3	25.0	25.4	14.5
	10/10/88	31.5	7.9	30.8	25.2	18.5
	11/10/88	28.7	3.7	23.2	19.7	17.3
	22/10/88	29.6	3.6	10.4	16.3	6.0
	23/10/88	40.4	5.7	18.4	25.1	11.0
	11/01/89	36.4	2.9	17.1	13.3	4.4
	12/01/89	35.9	5.6	24.9	18.3	15.2
	13/04/89	35.7	4.5	12.1	10.6	9.5
	14/04/89	27.9	8.2	15.3	13.6	9.9
	Promedio	36.9	5.2	20.2	20.1	13.1

TABLA 5

PERDIDA DE SEMILLAS SEMBRADAS; GERMINACION, VIABILIDAD Y MORTALIDAD DE LAS SEMILLAS RESTANTES POR SUSTRATO (n total= 3500 por profundidad)

SUSTRATO	PERDIDAS		RECUPERADAS					
			Plántulas		Semillas			
					Viables		NoViables	
	Nº	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o
5 cms								
Aserrín	417	59.6	25	8.8	116	40.9	142	50.2
Arena	74	10.5	3	0.5	231	36.9	392	62.6
Tierra	123	17.5	35	6.0	317	54.9	225	39.0
T/Aserrín	127	18.1	59	10.3	217	37.8	297	51.8
T/Arena	110	15.7	1	0.1	152	25.7	437	74.1
Total	851	24.3	123	4.6	1033	39.0	1493	56.3
15 cms								
Aserrín	217	31.0	199	41.2	7	1.4	277	57.4
Arena	193	27.6	103	20.3	234	46.1	170	33.5
Tierra	82	11.7	420	68.0	59	9.5	139	22.5
T/Aserrín	126	18.0	552	96.2	5	0.9	17	2.9
T/Arena	116	16.6	140	24.0	141	24.1	303	51.9
Total	734	21.0	1414	51.1	446	16.1	906	32.7

Desde este punto de vista se detecta germinación significativamente mayor a 15 que a 5 cms de profundidad. En este último estrato, la no Viabilidad de las semillas remanentes es significativamente mayor, ratificando la mejor germinación en profundidad.

Desde la perspectiva de los sustratos utilizados, destacan Tierra y Tierra/Aserrín como los más favorables a la germinación de *Jubaea chilensis*, siendo Arena y su combinación con Tierra los menos adecuados (Tabla 5). Todas las diferencias de proporciones de germinación entre sustratos son significativas (p = 0.01), a excepción de la combinación que incluye a Arena en ambos componentes del par.

En cuanto a los tratamientos de las semillas (Tabla 6), las sin tratamiento presentan las más altas tasa de germinación la que difiere significativamente de la de los otros tratamientos, a excepción de Aserrado de endocarpo, el que tiene el segundo nivel de importancia (test de diferencia de proporciones, p = 0.01). El tratamiento con H2SO4 1 hora aparece como el menos eficiente.

D. De la evolución de la germinación

En atención a la baja germinación a 5 cms, los análisis siguientes se harán con la información de la siembra en profundidad (15cm).

De la Fig. 2 se desprende, además de un rendimiento muy superior en los sustratos Tierra/Aserrín y Tierra, un inicio más temprano y una mayor rapidez en la germinación de las semillas.

En cuanto al efecto del tratamiento (Fig. 3) queda en evidencia que las semillas No Tratadas germinan en mayor proporción y ligeramente más rápido que las tratadas. Sin embargo, al cabo de un tiempo largo los otros tratamientos dan resultados similares entre sí, pero inferiores al control.

Finalmente, en relación al desarrollo relativo de las plántulas (Fig. 4), puede considerarse que la segunda hoja aparece hacia los 290 días contados desde la siembra y la tercera hoja hacia los 365 días. Al cierre de la investigación (31-12-89) solamente se detectó un ejemplar con una cuarta hoja, por lo que no se graficó, lo que significa que

TABLA 6

PERDIDA DE SEMILLAS SEMBRADAS, GERMINACION, VIABILIDAD Y MORTALIDAD DE LAS SEMILLAS RESTANTES POR TRATAMIENTO (n total = 3500 por profundidad)

TRATAMIENTO	PERDIDAS		RECUPERADAS					
			Plántulas				Semillas	
					Viables		No Viables	
	Nº	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o
5 cm:								
Control	189	27.0	41	8.0	201	39.3	269	52.6
Sin Poro	246	35.1	13	2.8	159	35.0	282	62.1
Aserrado	152	21.7	14	2.6	214	39.0	320	58.4
H2SO4 1 h	144	20.6	9	1.6	238	42.8	309	55.6
H2SO4 2 h	120	17.1	46	7.9	221	38.1	313	54.0
Total	851	24.3	123	4.6	1033	39.0	1493	56.4
15 cm								
Control	119	17.0	357	61.4	116	20.0	108	18.6
Sin Poro	200	28.6	246	49.2	94	18.8	160	32.0
Aserrado	191	27.3	276	54.2	64	12.6	169	33.2
H2SO4 1 h	86	12.3	267	43.5	106	17.3	241	39.2
H2SO4 2 h	138	19.7	268	47.6	66	11.7	228	40.5
Total	734	21.0	1414	51.1	446	16.3	906	32.7

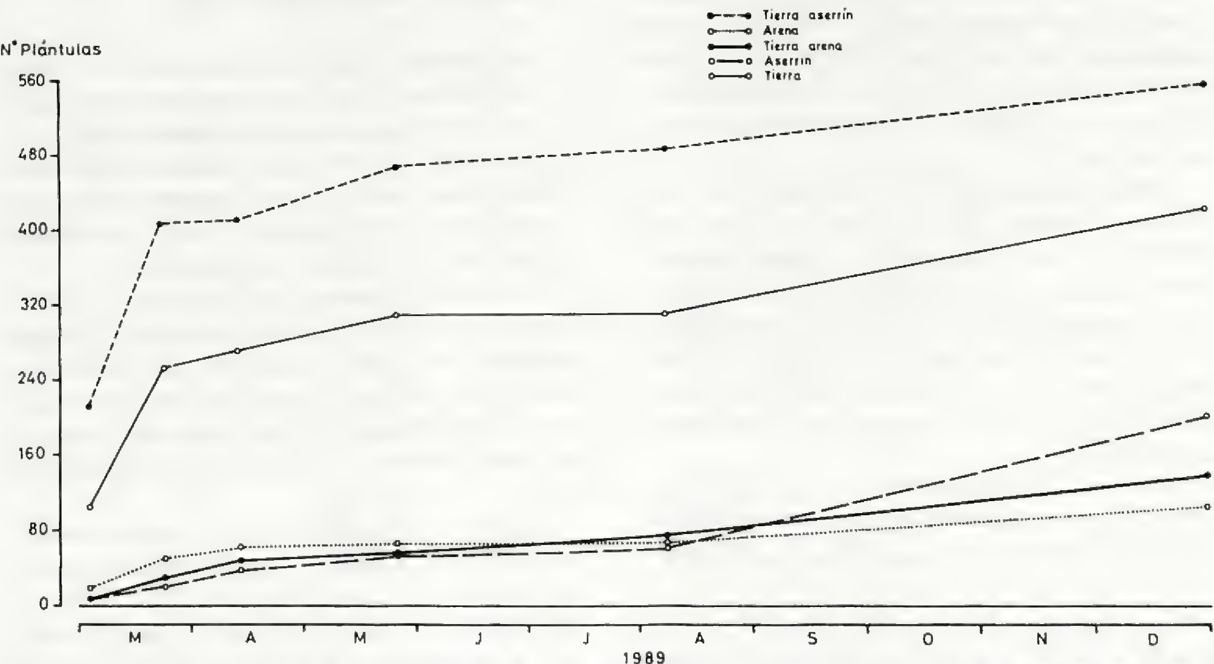


FIG. 2 Evolución temporal de la emergencia de plántulas de *Jubaea chilensis* por sustrato a la profundidad de 15 cm (n = 3500).

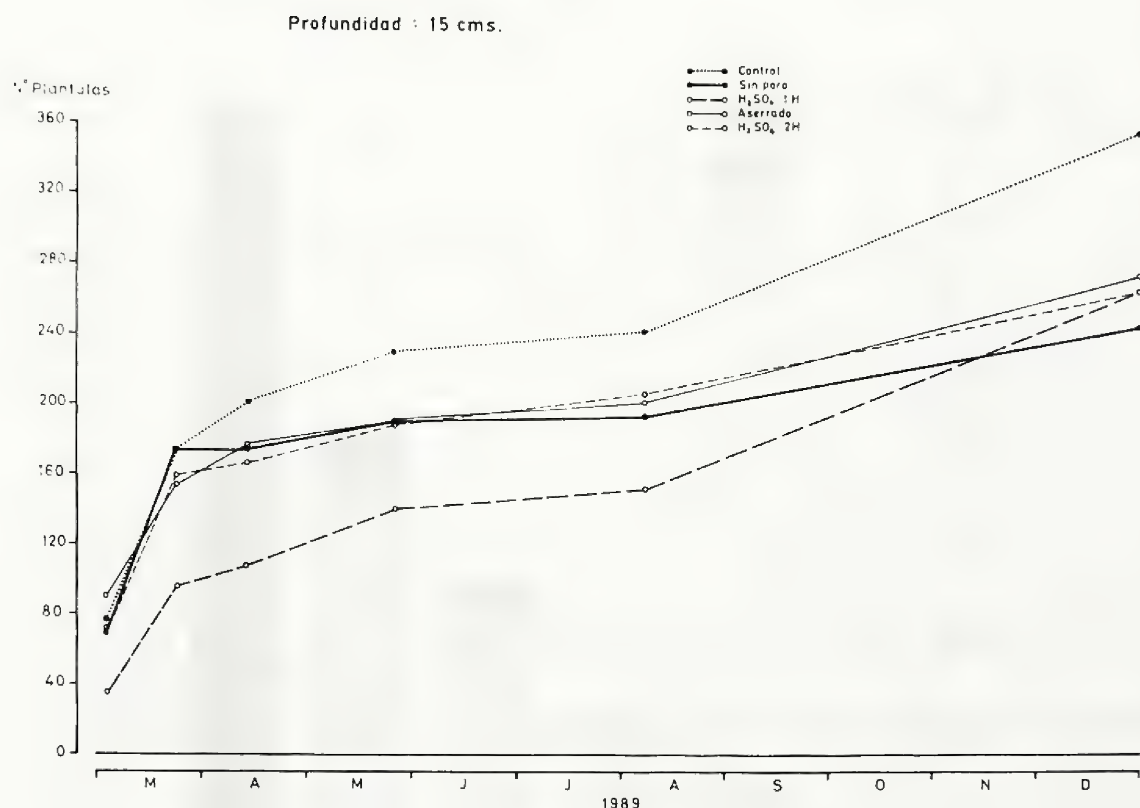


FIG. 3 Evolución temporal de la emergencia de plántulas de *Jubaea chilensis* por tratamiento de escarificación a la profundidad de 15 cm (n = 3500).

estas aparecerían unos 500 días después de la siembra.

El incremento del número de coleoptilos al final del ensayo (última columna de la Fig. 4) estaría indicando una germinación fraccionada, anualmente, del banco de semillas, en la que influiría la calidad del sustrato (ver distribución diferencial de las semillas viables al final del ensayo, Tabla 5).

E. De la viabilidad temporal de las semillas de *Jubaea chilensis*.

De acuerdo a los resultados expuestos en la Fig. 5 puede deducirse que la viabilidad de las semillas se empieza a perder en proporción importante hacia los 500-600 días a partir de la cosecha. Ello implicaría que la viabilidad del banco de semillas correspondiente al segundo año es significativamente menor que en el primero. Las regresiones se calcularon tomando la totalidad de los datos (a), datos a partir de los 350 días (b) y a partir de los 600 días (c).

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se concluye que para lograr una buena germinación de las semillas de *Jubaea chilensis* hay que considerar a las semillas de la cosecha del año por su alta viabilidad, el sembrado en profundidad (15 cm en este ensayo), el sustrato Tierra/Aserrín o Tierra, no siendo necesario ningún tratamiento particular de escarificación.

Al respecto, los valores de capacidad germinativa para las combinaciones mencionadas son 100°/o y 85°/o respectivamente, descontándose las pérdidas.

Los sustratos Arena y su combinación con Tierra son los menos apropiados.

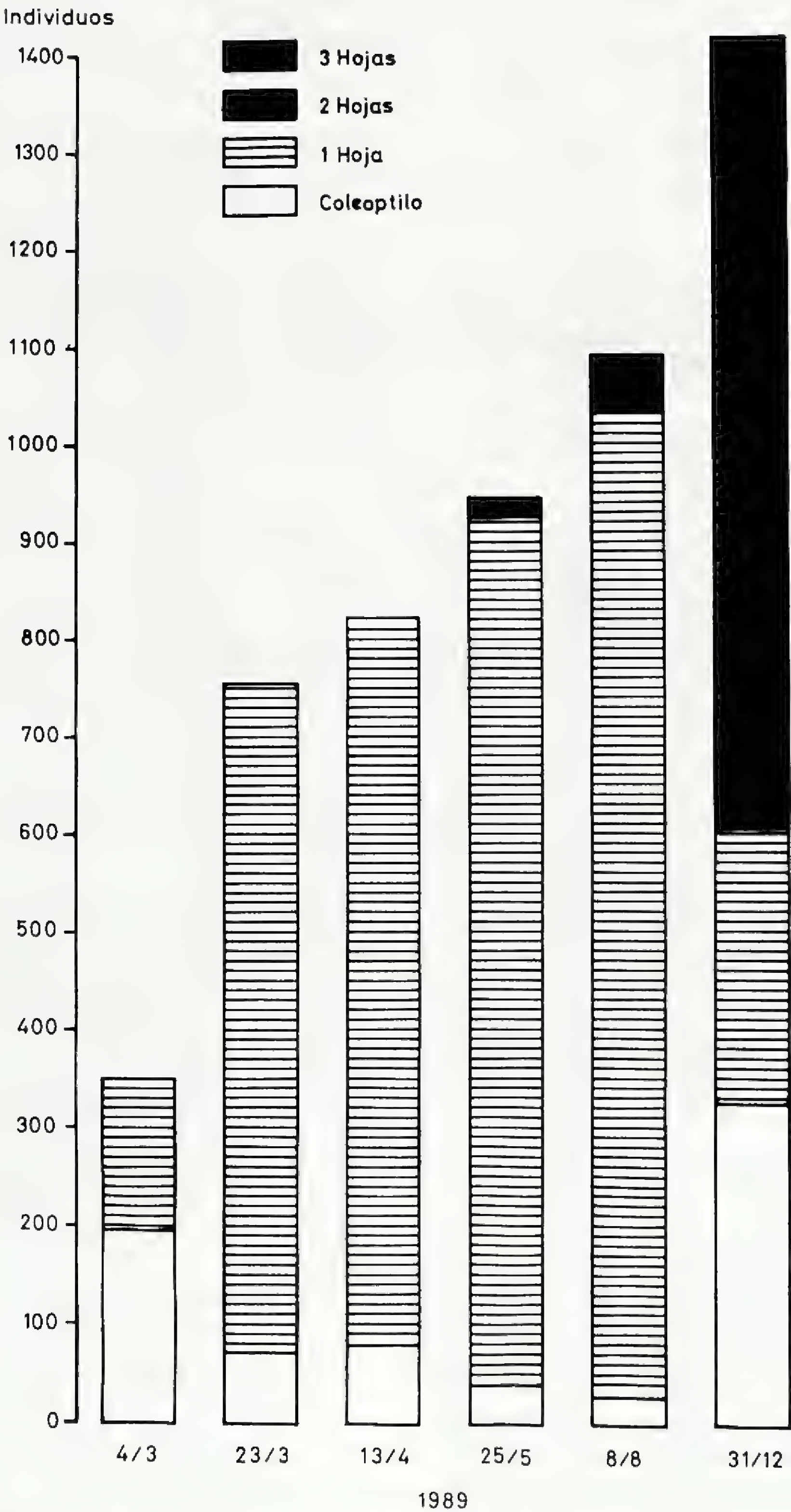
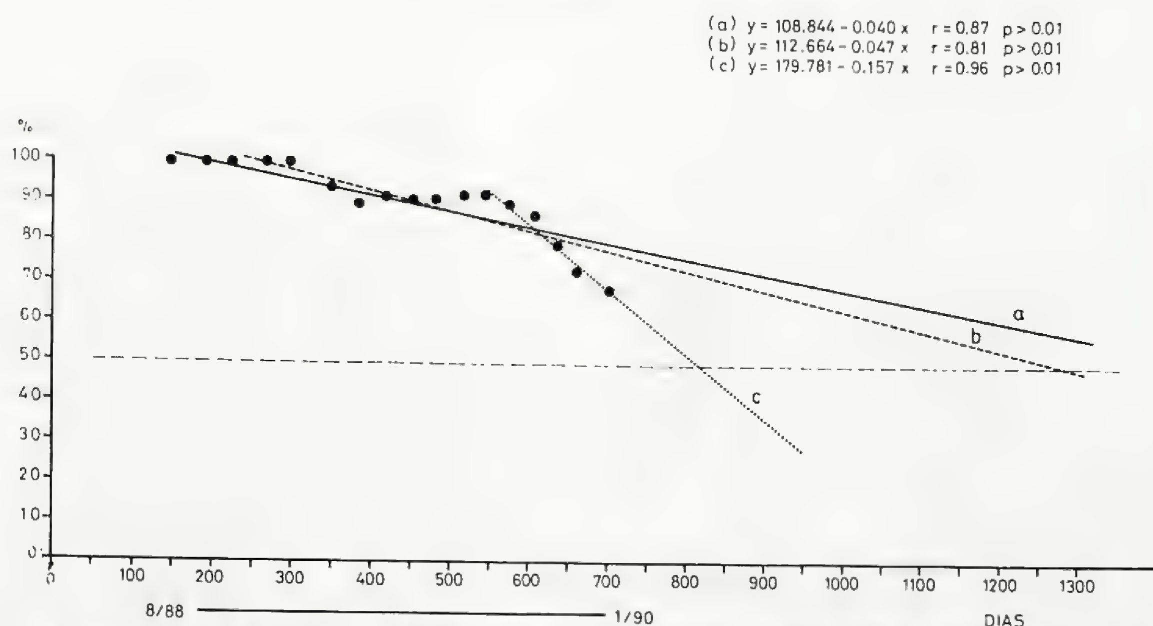


FIG. 4 Evolución del desarrollo relativo de las plántulas de *Jubaea chilensis* en el tiempo de estudio (n = 1414).



IG. 5 Cambio temporal de la viabilidad de las semillas de *Jubaea chilensis*. Las rectas indican distintas proyecciones de pérdida de viabilidad según cantidad de información considerada.

REFERENCIAS

ANGULO, J. 1985. La Palma chilena, interesante recurso natural renovable. Soc. Agr. y Forestal Hda. Las Palmas de Cocalán, Stgo., 50 pp.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, EEUU. 1962. Semillas. CECSA, 1020 pp.

HOFFMAN, A. 1983. El árbol urbano en Chile. Ed. Claudio Gay. 255 pp.

ICSA. 1982. Manejo y planificación del sector Ocoa del P.N. La Campana. Corp. Nac. Forestal V Región. Minist. de Agricultura. Vol. I y II.

MICHEA, G. 1988. Estudio poblacional de la palma chilena (*Jubaea chilensis*) en el sector Ocoa, Parque Nacional La Campana. Medio Ambiente, *9* (1): 124-130

MONTENEGRO, G. 1984. Atlas de anatomía de especies vegetales autóctonas de la Zona Central. Ed. Univ. Católica de Chile, Stgo.

MUÑOZ, C. 1966. Sinopsis de la Flora de Chile. Ed. Universitaria. 840 pp.

RODRIGUEZ, R.; O. MATTHEI Y M. QUEZADA. 1983. Flora arbórea de Chile. Ed. Univ. de Concepción. 408 pp.

THOMPSON, L. y F. TROECH. 1982. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverté, S.A., España. 411 pp.

TRAFOR. 1980. Estudio de la palma chilena. *Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon. Trafor Ltda., Stgo., 94 pp.

PRESENCIA DE *ERGASILUS SIEBOLDI* EN EL PLANCTON DE UN LAGO ANDINO ARGENTINO

BEATRIZ E. MODENUTTI y ESTEBAN G. BALSEIRO

La presencia de ergasílidos en los lagos andinos templados ("araucanos") no ha sido notificada, probablemente por su baja densidad y por la similitud de sus estados larvales con los de los ciclopoida. Sin embargo, Daday (1902) menciona el hallazgo de un *Ergasilus* al que consigna como *E. trisetacus* Nord (?) proveniente de una muestra de plancton del lago Villarrica en marzo de 1899. El propósito de esta nota es dar a conocer la presencia de *Ergasilus sieboldi* Nordmann en lagos araucanos argentinos. La importancia de este hallazgo radica en el interés sanitario de esta especie, ya que existe en el área una creciente actividad de piscicultura en estanques y ambientes naturales.

Los estados larvales y los machos nunca son parásitos, por ello son frecuentemente capturados en el plancton (Sars 1909, Fryer 1956). En el lago Escondido (41º 2' S y 71º 4' W; A= 8 ha; zm = 8 m; monomíctico cálido) se realizó una investigación con el objeto de conocer la dinámica del zooplancton. Los muestreos se realizaron a intervalos aproximadamente quincenales durante un año. El diseño de muestreo consistió en la extracción de muestras de 80 L por niveles desde 0 a 6 m con una trampa Schindler-Patalas. Durante el período de estudio se capturaron estados larvales y machos de *Ergasilus sieboldi* (Fig. 1). El llamativo color azul de las nauplii y la modificación de las antenas en los copepoditos, junto con la seta interna de cada rama caudal bifurcada, permitieron reconocer los estados larvales. El carácter de la seta bifurcada es importante ya que en un rápido examen, pueden ser confundidos con otros copepoditos de ciclopoideos (Fryer 1978). La comparación de los estados naupliares con los esquemas presentados por Smerlaya (1972) revela marcadas similitudes. Los especímenes colectados fueron montados en glicerina, de acuerdo a la técnica descrita por Dussart (1969) para copépodos libres. Los preparados quedaron depositados en la colección Limnología del CRUBariloche, UNC.

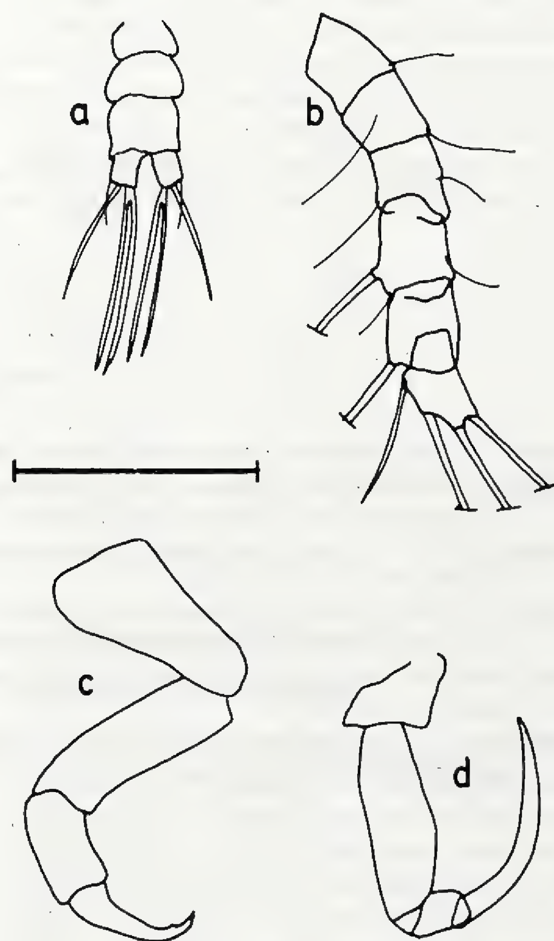


Fig. 1. *Ergasilus sieboldi.*
a. Ramas furcales de copepodito (escala= 0.2 mm)
b-d. Adulto macho. b-anténula. c-antena. d-maxilípedo (escala = 0.1mm).

La aparición de esta especie manifiesta una fuerte relación con la estacionalidad del lago. Las mayores abundancias se registraron en el otoño, la primavera y el verano (30 ind. m^{-3} el

Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad Nacional del Comahue.
c.c. 1336 - 8400 Bariloche - Argentina.

18-3-87 y 40 ind m^{-3} el 21-12-87). Desde marzo a mayo se registraron nauplii, copepoditos y adultos machos, en este período la temperatura del lago disminuyó desde 18 °C (18-3-87) a 6 °C (27-5-87); durante el invierno y principios de primavera no hubo hallazgos, disminuyendo la temperatura hasta 4 °C; reapareciendo los copepoditos en los meses de noviembre y diciembre, momento en que el lago se encuentra estratificado con temperaturas de 14 °C a 18 °C en superficie y 8 °C a 13 °C en profundidad con saltos térmicos de hasta 4 °C en un metro. En los meses más fríos la ausencia de registros en el plancton podría atribuirse al factor térmico. Sin embargo, dado que las hembras ocurren a lo largo de todo el año (Fryer 1978) se puede suponer que durante este período la población queda casi exclusivamente conformada por hembras ectoparásitas. Con respecto a la distribución vertical se observó que no existen diferencias en la distribución, ubicándose en toda la columna de agua.

Lamentablemente, no se cuenta con análisis sanitario de la ictiofauna del lago Escondido. En este ambiente el parasitismo tendría incidencia sobre peces autóctonos *Percichthys* sp. y *Galaxias maculatus* Jenyns.

REFERENCIAS

DADAY, E. 1902. Beiträge zur Kenntniss der Süswasser. Mikrofauna von Chile. Termeszetraizi Füzetek, *25*:436-447.

DUSSART, B. 1969. Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I: Calanoïdes et Harpacticoïdes. N. Boubée & Cie. Paris.

FRYER, G. 1956. A report on the parasitic Copepoda and Branchiura of the fishes of Lake Nyasa. Proc. Zool. Soc. Lond., *127*:293-344.

FRYER, G. 1978. Free-living stages of freshwater parasitic Copepoda. En: Das Zooplankton der Binnengewässer. Teil *2*:344-367. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhanlung, Stuttgart.

SARS, G.O. 1909. Zoological results on the third Tanganyika Expeditions, 1904-05. Report on the Copepoda. Proc. Zool. Soc. Lond. 1909 : 31-76.

SMERLAYA, E.I. 1972. *Ergasilus sieboldi* Nordmann 1833, its development, biology and epizoological significance. Ivz. gos. nauchno-issled. Inst. ozern. rechn. ryb. Khoz., *80*:132 - 177.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 31 – 34, 1989

UNA OBSERVACION SOBRE VIBRIONACEAS ENTERICAS MARINAS

JAMES P. ROBESON

ABSTRAC

Strains of Vibrionaceae were selectively isolated from the intestinal contents of the marine fish *Merluccius gayi*. All bacterial isolates showed swarming motility. It is possible that their presence in the instestinal contents analysed derives from intrinsic capabilities to colonize the digestive tract of *M. gayi*.

INTRODUCCION

Las bacterias del género *Vibrio* constituyen parte importante de la bacterioflora intestinal de animales marinos; Liston (1957) describió inicialmente la presencia de un "grupo *Vibrio* intestinal" en peces y con el tiempo esta noción se ha cimentado en el ámbito de la bacteriología marina. Varios autores han descrito la presencia de *Vibrio* en el contenido intestinal de peces marinos y la incidencia de cepas correspondientes a este género bacteriano usualmente fluctúa entre 32°/o y 53°/o (García Tello y Zaleski, 1970; Baumann y Baumann, 1977; Ruby y Morin, 1979; Ohwada et al., 1980; García - Tello y Robeson, 1984). Por otra parte, *Vibrio* también está presente en el tracto digestivo de copépodos (Sochard et al., 1979) y otros crustáceos marinos (Sizemore et al., 1975; Godoy et al., 1989).

Es necesario precisar que en las investigaciones antes citadas las cepas bacterianas se recuperaron sin usar medios de enriquecimiento. A la luz de los antecdentes previamente expuestos, el presente trabajo tiene como objetivo precisar la naturaleza de cepas vibrionáceas entéricas marinas presentes en el tracto intestinal de peces.

Usando un enfoque experimental basado en el enriquecimiento selectivo de cepas bacterianas a partir del contenido intestinal de la merluza, *Merluccius gayi*, se recuperaron Vibrionáceas de características que permiten explicar, al menos en parte, su presencia en el tracto intestinal del pez marino antes mencionado.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras independientes (0.1 a 0.2 ml) de contenidos intestinales de *M. gayi* en forma aséptica usando jeringas estériles desechables ((2 ml; Terumo, Japón). Las muestras fueron luego inoculadas en tubos con 5 ml de Caldo Nutritivo (Difco, E.U.A.) con 2°/o de NaCl (Merck, Alemania). Un grupo de muestras fue inoculado en medio a pH 7,0 y otro caldo con el pH ajustado a 8,4 con NaOH (Merck) 1N; en estas últimas condiciones se enriquecen más específicamente bacterias del género *Vibrio* (Gerhardt et al., 1981). Los tubos se incubaron por 24 h a 20 °C y las muestras de los cultivos que se desarrollaron fueron sembradas por diseminación en Agar TCBS (Difco) con 2°/o de NaCL para obtener colonias aisladas. En este medio de cultivo se enriquecen preferentemente vibrios entéricos. Después de la incubación, una colonia de cada placa de Agar TCBS fue purificada eb el mismo medio de cultivo. Cada cepa bacteriana independiente fue luego mantenida a temperatura ambiente en tubos de Agar Nutritivo (Difco) suplementado con 2°/o de NaCl.

Instituto de Biología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso.

Las cepas bacterianas aisladas fueron luego sometidas a una caracterización fisiológica y bioquímica. Las diversas pruebas de caracterización se realizaron de acuerdo a lo descrito en Gerhardt et al. (1981). La resistencia o sensibilidad a antibióticos se determinó en Agar Mueller Hinton (Difco) por la técnica de Bauer et al. (1966) usando discos de los siguientes agentes antimicrobianos, en cantidades en ug/disco indicadas en paréntesis: ampicilina (10), amikacina (30), estreptomicina (10), cloranfenicol (30), gentamicina (10) y tetraciclina (30). La habilidad de las cepas bacterianas para exhibir movimiento en cascada o "swarming" se determinó inoculando centralmente placas de Agar Nutritivo con 2°/o de NaCl y verificando crecimiento radial a partir del inóculo, después de incubación a 20 °C por 24 h.

RESULTADOS Y DISCUSION

En relación al enriquecimiento de cepas bacterianas a partir del contenido intestinal de *M. gayi* usando un régimen de incubación a pH 8,4 se obtuvieron finalmente 18 cepas bacterianas a partir de 20 muestras independiente de contenido intestinal obtenidas de 20 ejemplares de *M. gayi*. Igual número de cepas fueron recuperadas después del enriquecimiento a pH 7,0 a partir de muestras intestinales de otros tantos ejemplares del pez estudiado. Las bacterias aisladas fueron sometidas a diversas pruebas fisiológicas y bioquímicas, cuyos resultados se encuentran en la Tabla 1. Se puede apreciar, por el patrón de respuesta a las diversas pruebas, que las bacterias enriquecidas a pH 7,0 y pH 8,4 corresponden al género *Vibrio*. Particularmente destacable es su sensibilidad al agente vibriostático 0/129 y el requerimiento de NaCl para el crecimiento, típico de bacterias marinas (Macleod y Onofrey, 1957). Estos resultados concuerdan con el concepto de un grupo "Vibrio intestinal" definido para *M. gayi* (García - Tello y Robeson, 1984). Por otra parte, las cepas bacterianas obtenidas a partir de los contenidos intestinales de *M. gayi* deben ser las que presentan las mayores tasas de crecimiento en las condiciones usadas para su enriquecimiento. Por tanto es posible que este mismo tipo de bacteria prolifere en el habitat intestinal de *M. gayi* si éste contiene nutrientes suficientes para sustentar la división celular, lo que podría explicar la presencia tan frecuente de dichas bacterias en los contenidos intestinales analizados.

También se determinó que un 100°/o de los vibrios aislados exhiben la capacidad de efectuar "swarming" o crecimiento en cascada. Esto se ejemplifica en la Figura 1 para 4 de las 36 cepas analizadas.

Cabe destacar que el fenómeno de "swarming" está asociado al desarrollo de flagelación lateral en *Vibrio parahaemolyticus* y *Vibrio alginolyticus:* los flagelos laterales a su vez otorgan la capacidad de adhesión a particulas de quitina (Belas y Colwell, 1982). En términos más generales se considera la flagelación lateral como una adaptación para colonización de superficies (Mc Carter y Silverman, 1990). Por ende, es posible considerar que la capacidad para efectuar "swarming" de los vibrios aislados de *M. gayi* puede constituir una adaptación para colonizar superficies en el tracto digestivo del pez en cuestión. Por último, cabe destacar que las cepas bacterianas analizadas eran todas sensibles a los antibióticos frente a los cuales fueron ensayadas. Sin embargo, estas cepas bacterianas tienen la capacidad de adquirir resistencia a antibióticos codificadas en plasmidios transmisibles (Robeson et al., 1990). Esto sugiere un potencial para evolución acelerada (Reanney, 1976) hacia cepas multirresistentes las cuales podrían hacerse prevalentes, por ejemplo, en procesos de acuacultivos intensivos en los cuales se emplean antibióticos para el control de infecciones bacterianas. En resumen, se han observado cepas de *Vibrio* cuyas características proliferativas y su capacidad para efectuar "swarming" pueden entenderse como una adaptación para la colonización eficiente del tracto digestivo de *M. gayi*.

TABLA 1

CARACTERIZACION BIOQUIMICA Y FIDIOLOGICA DE VIBRIONACEAS AISLADAS DEL INSTENTINO DE MERLUCCIUS GAYI'

PRUEBA	°/o de cepas con respuesta positiva (*) provenientes de enriquecimiento a pH:	
	7,0	8,4
Indol	94.4	94.4
Rojo Metilo	100	100
Voges Proskauer	0.0	0.0
Citrato	83.3	94.4
Producción de ácido a partir de:		
Sacarosa	100	100
Arabinosa	11.1	5.5
Manitol	100	100
Glucosa	100	100
Hidrólisis de gelatina	88.8	94.4
Oxidasa	100	100
Catalasa	100	100
Metabolismo fermentativo	100	100
Crecimiento en Agar nutritivo con:		
- 0°/o NaCl	0.0	0.0
- 5°/o NaCl	100	100
- 10°/o NaCl	100	100
Sensibilidad a 0/129	100	100
Movilidad	100	100

(*) Se analizaron 18 cepas de cada enriquecimiento.

"Swarming en vibrionáceas aisladas del contenido intestinal de *Merluccius gayi*".



Crecimiento en placas de Petri de cepas bacterianas enriquecidas a pH 7.0 (A y B) y 8.4 (C y D). Ver Materiales y Métodos para detalles de procedimiento.

AGRADECIMIENTOS
A la Dirección General de Investigación y Postgrado, Universidad Católica de Valparaíso y FONDECYT por financiamiento brindado.

REFERENCIAS

BAUER, A.W.; M.M. KIRBY; J.C. SHERRIS & M. TURCK. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standarized single disk method. Amer. J. Clin Pathol, 45:493 - 496.

BAUMAN, P. & L. BAUMANN. 1977. Biology of the marine enterobacteria" genera *Beneckea* and *Photobacterium*. Ann. Rev. Microbiol. 31:39 - 61.

BELAS, M.R. & R.R. COLWELL. 1982 Scaning electron microscope observation of the swarming phenomenon of *Vibrio parahaemolyticus*. J. Bacterio.. 150:956 - 959.

GARCIA - TELLO, P. & J. P. ROBESON. 1984 Presencia y homogeneidad bioquímica del "grupo *Vibrio* intestinal" en el tracto digestivo de *Merluccius gayi*. Bol. Inst. Salud Pública sde Chile, 25:198 - 201.

GARCIA - TELLO, P. & S. ZALESKI. 1970. Q ualitative and quantitative changes in Baltic cod during storage at 1 - 2 °C. J. Food Science, 35:482 - 485.

GERHARDT, P.; R.G.E. MURRAY; R.N. COSTILOW; E.W. NESTER; W. A. WOOD; N.R. KRIEG & G.B. PHILLIPS (Eds.). 191 Manual of Methods for General Bacteriology. American Society for Microbiology. American Society for Microbiology Washington, D.C.

GODOY, S.V.; GARCIA - TELLO & J.P.ROBESON. 1989. Bacterias entéricas en el tracto intestinal de *Cancer porteri* (Crustacea, Brachyura). Rev. Biol. Mar., 24:155 - 160.

LISTON, J. 1957. The occurrence and distribution of bacterial types on flatfish. J. Gen. Microbiol., 16:205 - 216.

Mc CARTER, L. & M. SILVERMAN. 1990. Surface - induced swarme cell differentation of *Vibrio parahaemolyticus*. Mol. Microbiol., 4:1057 - 1062.

Mc LEOD, R.A. & E. ONOFREY. 1957. Nutrition and metabolism of marine bacteria. III. The relation of sodium and potassium to growth. J. Cell Physiol., 50:189 - 202.

OHWADA, K.; P.S. TABOR & R.R. COLWELL. 1980. Species composition and barotolerance of gut microflora of deep sea benthic macrofauna collected at various depthe in the Atlantic Ocean. Appl. Environ. Microbiol., 40:746 - 755.

REANNEY, D.C. 1976. Extrachromosomal elements as possible agents of adaptation and development. Bacteriol. Rev., 40:552 - 590.

ROBESON, J.P.; E. GRISOLIA; S.V. GODOY & M. QUIROZ. 1990. Evaluation of enterobacterial plasmid transfer to marine bacteria. Proc. Second Biennial Water Qual. Symp.: Microbiol. Asp., p. 153 - 158.

RUBY, E.G. & J.G. MORIN. 1979. Luminous enteric bacteria of marine fishes: a study of their distribution, densities and dispersion. Appl. Environ. Microbiol., 38:406 - 411.

SIZEMORE, R.K.; R.R. COLWELL; H.S. TUBIASH & DT.E. LOVELACE. 1975. Bacterial flora of the hemolimph of the blue crab *Callinectes sapidus:* numerical toxonomy. Appl. Environ. Microbiol., 29:393 - 399.

SOCHARD, M.R.; D.F. WILSON; B. AUSTIN & R.R. COLWELL. 1979. Bacteria associated with the surface and gut of marine copepods. Appl. environ. Microbiol., 37:750 - 759.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 35 - 40. 1989

EL GENERO NEOTROPICAL *INCAMYIA* TOWNSEND, 1912 EN CHILE, CON UNA CLAVE PARA SUS ESPECIES (DIPTERA: TACHINIDAE:BLONDELIINI)

CHRISTIAN R. GONZALEZ & ABEL HENRY*

RESUMEN

El género *Incamyia* Townsend, 1912 (Diptera:Tachinidae:Blondeliini), descrito originalmente del Perú, se presenta distribuido en varios países sudamericanos, Colombia, Uruguay y, tal vez, en el Sur del Brasil. En Chile se conocen 10 especies, mientras que en el Perú se registran sólo cuatro. Estas 10 especies chilenas se distribuyen desde Arica a Magallanes y desde el nivel del mar a 3.000 ó 4.000 m de altitud en los Andes. Estos insectos parasitan larvas de Lepidoptera de por lo menos 10 familias diferentes, depositando las hembras un embrión incubado dentro de la herida abierta por un segundo "gancho" esclerozado. Se entrega la distribución actual en Chile de estas especies, sus hospederos conocidos y una clave para diferencirlas.

ABSTRACT

Incamyia Townsend, 1912 (Diptera:Tachinidae:Blondeliini), originally y described from Perú, shows today a Neotropical distribution: Colombia, Argentina, Uruguay, and very likely South Brasil. Ten species are recorded from Chile, while there are only four in Perú. These 10 Chilean species are distributed form Arica down to Magallanes level up to 3.000 or 4.000 m in the Andes. It parasitize Lepidopteron larvae of at least 10 different families, inserting the females an incubated embrio into the wound oponed by a sharp hoghly sclerotized hook. The distribution in Chile of these 10 species, their known hosts and a key to differentiate them is offered in this paper.

INTRODUCCION

El género *Incamyia* fue descrito por Towsend en 1912, sobre una hembra procedente de El Cuzco, Perú, mientras el macho lo fue como *Sphalloglandulus* Towsend, en 1915, ejemplar procedente de Oroya, Perú. La sinonimia de ambos géneros se debe a Aldrich (1928), después de examinar los tipos en el Museo de Washington. La validez de esta sinonimia fue aceptada y reconocida por Towsend (1940), además de Guimaraes (1971).

El género es de distribución Neotropical, ya que ha sido citado del Perú (4 spp.), de Chile (10 spp.), mientras que la especie *chilensis* Aldrich y otras están también registradas de Argentina y Uruguay, y es muy posible que se presenten en el Sur de Brasil. El género podría estar probablemente en Ecuador por la reciente referencia de Vélez (1989) que lo registra de Colombia.

Si bien el género está descrito del Perú, para Chile se registran por Cortés y Campos (1971), González (1988) y Henry (1987) 10 especies que se distribuyen, notablemente, entre Arica y Magallanes, en una latitud de más de 4.000 km, y desde el nivel del mar hasta 4.000 m de altura de Los Andes. Esta sola distribución nacional del género revela obviamente lo numeroso y variado que tienen que ser sus hospederos (larvas de Lepidoptera) y, además, la versatilidad y adaptación de las diferentes especies para llegar a distribuirse en un territorio tan extenso, de tan distintos climas y vegetación, y en tan amplio rango de altitudes. Cortés (1952) menciona *I. chilensis* Aldrich (1928) como una de las dos especies de Taquínidos colectadas en las Islas Juan Fernández (Archipiélago de Robinson Crusoe).

La biología en laboratorio, de *I. chilensis* ha sido estudiada por Caltagirone (1953), y Cortés se ha referido al género en varios de sus trabajos, describiendo nuevas especies (1968, 1976) y aportando nuevos antecedentes distribucionales (1983, 1986) o bien de sus hospederos (Cortés y Hichins, 1979).

Los principales caracteres del género han sido señalados por Cortés (1968), y consistirían básicamente en: ojos, débil (*I. nuda* Aldrich) a mani-

* Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Casilla 147, Santiago, Chile.

fiestamente pilosos; bordes faciales cerdosos en la mitad basal; parafaciales inferiormente desnudos, desprovistos de cerdas y pilosidad; prosternum desnudo en los bordes, carácter excepcional para un Goniinae Blondeliini; apicales escutelares ausentes; cerdas discales bien formadas en las tergas abdominales intermedias.

Faltaría agregar a los caracteres anteriores las marcadas y bien diferenciadas "vittas" (líneas o trazas) longitudinales de pruina plateada, cenicienta o plomiza (raramente amarilla o dorada), a lo largo de notum, dos de ellas laterales naciendo del postpronotum, y una central entre las cerdas acrosticales, que alcanzan y a menudo cubren gran parte del escutelo. Este solo carácter, perceptible a simple vista, permite reconocer de inmediato y sin vacilación, a la mayoría de las especies de *Incamyia.*

Como casi todos los Blondeliini, las hembras de las especies de *Incamyia*, presentan el séptimo esternito modificado en una aguda estructura esclerozada llamada "gancho" (= hook, piercer) (Fig. 1), con la que rompen la epidermis de la larva hospedera, para introducir enseguida o depositar dentro de la herida, ya sea huevos o embriones incubados en el útero del parasitoide. Este gancho, por lo general trianguliforme y muy aguzado, ha adquirido un importante valor morfológico y taxonómico para diferenciar las especies, como lo comprueba el reciente tratamiento de la Tribu Blondeliini en la Región Neártica, de Wood (1985), y la anterior revisión del género *Eucelatoria* Towsend, de Sabrosky (1981).

ANTECEDENTES DISTRIBUCIONALES;

Incamyia charlini Cortés, 1968
Localidad Tipo: Rinconada de Maipú (R.M.) (Chile)
Distribución: Chile; XII Región

I. chilensis Aldrich, 1928
Localidad Tipo: Angol (Chile)
Distribución: Chile; desde la I a la XI región; Argentina, Uruguay

I. cinerea Cortés & Campos, 1971
Localidad Tipo: Mamiña (Chile)
Distribución: Chile; I Región

I. cuzcensis Towsend, 1912
Localidad Tipo: Cuzco (Perú)
Distribución: Chile; I y II Región; Perú

I. nuda Aldrich, 1934
Localidad Tipo: Bariloche (Argentina)
Distribución: Chile; Región Austral Cortés (1968)

I. perezi Cortés & Campos, 1971
Localidad Tipo: Putre (Chile)
Distribución: Chile; I Región

I. picta Cortés, 1976
Localidad Tipo: Baños El Toro (Chile)
Distribución: Chile; IV Región

I. sandovali Cortés & Campos, 1971
Localidad Tipo: Putre (Chile)
Distribución: Chile; I y II Región

I. spinicosta Aldrich, 1928
Localidad Tipo: Los Perales (Chile)
Distribución: Chile, II,III, IV,V,R.M.,VIII,XII Región

I. striata Aldrich, 1928
Localidad Tipo: Oroya (Perú)
Distribución: Chile; I y II Región; Perú

CLAVE PARA LAS ESPECIES DE *INCAMYIA*

1. Ojos imperceptiblemente pilosos prácticamente desnudos . . . . . . *nuda* Aldrich

1' Ojos francamente y manifiestamente pilosos 2

2. Notum y postpronotum recubiertos de conspicuas manchas de pruina amarilla dorada . . . . *picta* Cortés

2' Notum con franjas y manchas de pruina plateada, plomiza o cenicienta, nunca amarilla dorada 3

3. Celda r 4 + 5 exactamente cerrada en el borde del ala, a veces con un corto pecíolo (Fig. 2) 4

3' Celda r 4 + 5 bien abierta en el borde del ala y sin pecíolo (Fig. 3) 6

4. Especies gruesamente pruinosas tanto en la cabeza como en el notum y el abdomen 5

4' Especies menos pruinosas en la cabeza, notum y abdomen. Pruina de los tergos abdominales acumulada en la zona anterior del segmento, dejando el resto del tergo negro brillante . . . . *striata* Aldrich

5. Palpos amarillo paja; especie pequeña densamente pruinosa, que no deja visible el color de fondo de los segmentos abdominales . . . . *cinerea* Cortés & Campos

5' Palpos café amarillento; especie menos pruinosa . . . . *sandoval* Cortés & Campos

6. Pruina de los tergos abdominales cubriendo los costados de los segmentos y también parcialmente los esternos (Fig. 4) 7

6' Pruina de los tergos abdominales acumulado en la parte anterior de los segmentos, dejando el resto del segmento negro brillante (Fig. 5) 9

7. Palpos amarillo o café amarillento; caliptras blancas 8

7' Palpos negros o café muy oscuro; caliptras infuscadas, amarillo quemado . . . . *perezi* Cortés & Campos

8. Pruina ocrácea de los tergos cubriendo también los esternos . . . . . *cuzcensis* Towsend

8' Pruina ocrácea de los tergos no cubriendo los esternos . . . . . . *chilensis* Aldrich

9. Sétulas infracaliptrales presentes; bandas basales de pruina de los tergos abdominales de color amarillo dorado; tercer esterno con agudas espinas quitinizadas . . . . *charlini* Cortés

9' Sétulas infracaliptrales ausentes; bandas basales de pruina de los tergos abdominales más bien de color plateada; tercer esternito sin agudas espinas quitinizadas . . . . *spinicosta* Aldrich

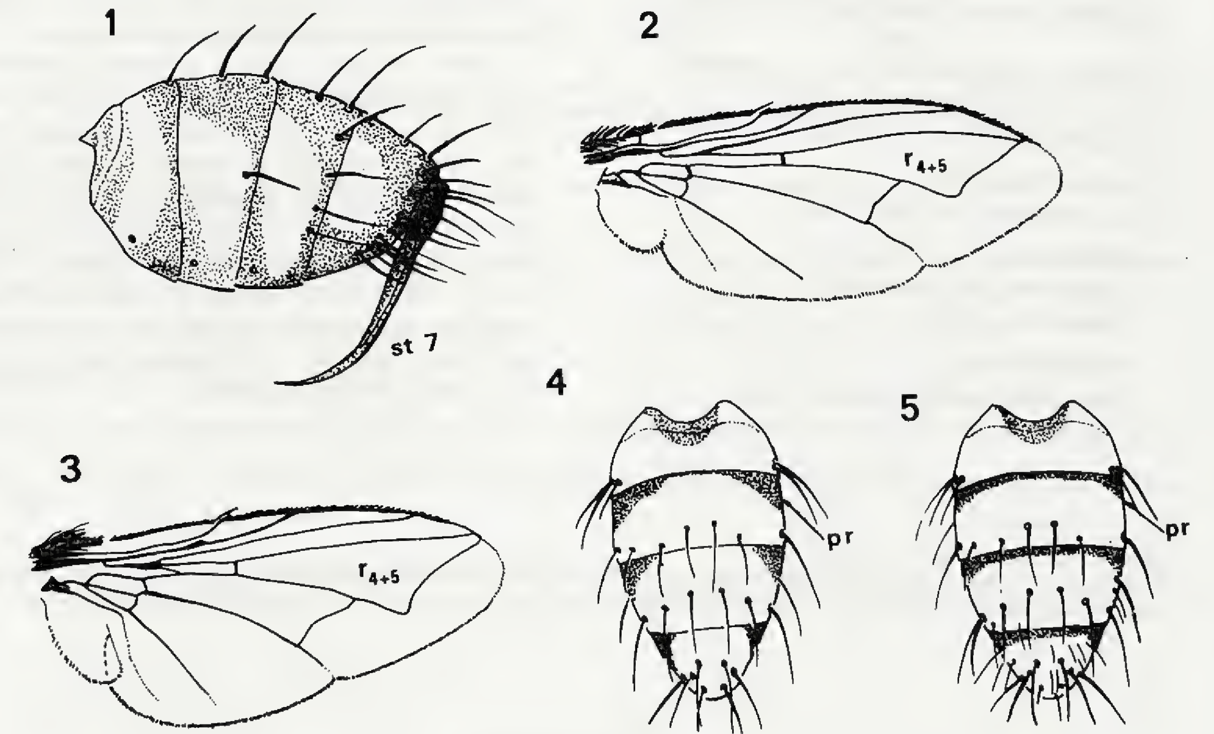


Fig. 1 Vista lateral del abdomen de *Eucelatoria sp.*, mostrando el séptimo esternito (st) distendido en forma de "gancho".

Fig. 2 Ala de *Incamyia spinicosta* Aldrich, con celda r_{4+5} cerrada y con un corto pecíolo.

Fig. 3 Ala de *Incamyia chilensis* Aldrich, con celda r_{4+5} abierta en el margen del ala.

Fig. 4 Vista dorsal del abdomen de *Incamyia chilensis* Aldrich, mostrando la distribución de la pruina de los tergos (pr = pruina).

Fig. 5 Vista dorsal del abdomen de *Incamyia spinicosta* Aldrich, mostrando la distribución de la pruina de los tergos (pr = pruina).

HOSPEDEROS CONOCIDOS

Las larvas hospederas de varias de las especies Neotropicales de *Incamyia*, para Chile, Argentina, Perú y Uruguay son conocidas y están registradas por Cortés e Hichins (1969) y en el Catálogo de Guimareas (1977), y con los nuevos antecedentes de que se dispone, serían los siguientes:

I. charlini Cortés

NOCTUIDAE
Heliothis zea (Boddie), Chile

PIERIDAE
Pieris brassicae L., Chile: inédito

I. chilensis Aldrich

NOCTUIDAE Y GEOMETRIDAE
Autographa biloba (Stephens), Chile
Heliothis gelotopoeus (Dyar), Chile
Plusia sp., Chile
Pseudoaletia adultera (Schaus), Argentina
Rachiplusia nu (Guenée), Chile, Argentina, Uruguay
Spodoptera frugiperda (Smith), Argentina, Uruguay
Syngrapha gammoides (Blanchard), Chile

NYMPHALIDAE
Cynthia carye (Hubner), Chile

PIERIDAE
Colias lesbia (F.), Argentina
Tatochila sp., Chile

TORTRICIDAE
Rhyacionia buoliana (Schif.), Chile

I. cuzcensis Towsend

GELECHIDAE
Phthorimaea operculella (Zeller), Perú

ARCTIIDAE
Larva no identificada, Chile: I Región

PLUSIIDAE
larva no identificada, Chile: I Región

I. spinicosta Aldrich

NOCTUIDAE
Heliothis zea (Boddie), Chile

PIERIDAE
Pieris brassicae L., Chile: inédito
Tatochila mercedis (Blanchard), Chile

Para el resto de las especies de *Incamyia* sus hospederos no son conocidos.

El material cedido por la Sra. Oteiza, estuvo constituido, por tres larvas parasitadas de *Pieris brassicae*, secas, momificadas y consumidas, de las que emergieron 104 pupas de taquínidos (perdidas en su mayor parte por desecación prematura), pero que originaron 16 ejemplares de ambos sexos de *I. charlini* y uno de *I. spinicosta*. Estas larvas fueron colectadas en la parcela 6, km 15 1/2, El Portezuelo, de la carretera General José San Martin, Provincia Chacabuco, Chile; Mayo 1990, Coll. P. Oteiza. Este material se encuentra depositado en la Colección de Insectos del Instituto de Entomología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece a la Sra. P. Oteiza por haber cedido el material de referencia y al Profesor Raúl Cortés por haber identificado el material y revisar este manuscrito. Asimismo al Profesor Jaime Solervicens quien se sirvió también revisar el manuscrito.

REFERENCIAS

ALDRICH, J.M., 1928. New Diptera or two winged flias from So. America. Proc. U.S. Nat. Mus. 74 Nº 2746 (1): 14-17.

ALDRICH, J.M., 1934. In British Mueseum Diptera of Patagonia & So. Chile, *Tachinidae* 7(1):65 - 67.

CALTAGIRONE, L.E., 1953. Observaciones sobre *Incamyia chilensis* Aldrich, y su multiplicación en Laboratorio. Rev. Chilena Ent. 3:87 - 89.

CORTES, R., 1952. Los Insectos de las Islas Juan Fernández 9. *Tachiniadae* (Diptera). Rev. Chilena Ent., 2:109 - 111.

CORTES, R., 1968. Nueva especie chilena del género *Incanmyia* Townsend, 1912 (Diptera: Tachinidae). Rev. Chilena Ent. 6:17 - 20

CORTES, R., 1976. Taquínidos Chilenos nuevos o poco conocidos IV. Diptera: Tachinidae). Bol. Tecn. Nº 40, Fac. Agron. U. de Chile, p. 5

CORTES, R., 1983. Tachinid filies (Diptera:Tachinidae) from Tarapacá & Antofagasta Provinces, Chile, III. Addendum. Florida Ent. 66(4):387.

CORTES, R., 1986. Taquínidos de Aysén (XI Región) y Magallanes (XII Región), Chile (Diptera:Tachinidae). Acta Ent. Chilena 13:158.

CORTES, R. & L. CAMPOS, 1971. Taquínidos de Tarapacá & Antofagasta (Diptera:Tachinidae). Anales U. del Norte 8:87 - 90.

CORTES, R. & N. NICHINS, 1969. Taquínidos de Chile: Distribución geográfica y Huéspedes conocidos. Edic. U. de Chile, p. 38 - 39.

CORTES, R. & N. NICHINS, 1979. Taquínidos de Tarapacá & Antofagasta (Diptera:Tachinidae). Addenda II. IDESIA 5: 111 - 116.

GONZALEZ, C., 1988. Lista Sistemática, Distribución geográfica, Hospederos conocidos y Bibliografía de los Taquínidos de Chile (Diptera: Tachinidae) (Tesis no publicada).

GUIMARAES, J.H., 1971. A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States, Fasc. 104:*Tachinidae*, 333 pp.

, 1977. Host - parasites and Parasite - host Catalogue of South American Tachinidae (Diptera). Arq. Zool. S. Paulo (Brasil) 28(3), 131 pp.

HENRY, A., 1987. Los Taquínidos (Diptera:Tachinidae) de la Colección del Instituto de Entomología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Acta. Ent. Chilena 14:198 - 199.

Mc ALPINE, J.F., 1981. Morphology and terminology - adults. pp. 9-63. In Mc Alpine, J.F., B.V. Peterson, G.E. Shewell, H.J. Teskey, J.R. Vockeroth and D.M. Wood (Eds.), Manula of Nearctic Diptera 1:i-vi, 1-674. Agriculture Canada Monograph Nº27.

SABROSKY, C.W., 1981. A partial revision of the genus *Eucelatoria* (Diptera:Tachinidae), including important parasites of *Heliothis*. USDA Tech. Bull. Nº 1653, 18 pp.

TOWNSEND, C.H.T., 1912. Descriptions of new genera and species of muscoid flies from the Andean and Pacific coast regions of So. America. Proc. U.S. Nat. Mus. 43:317 - 318.

TOWNSEND, C.H.T., 1915. New Neotropical Muscoid flies. Proc. U.S. Nat. Mus. 49:438 - 439.

TOWNSEND, C.H.T., 1940. Man. Myiol. 10:56 - 58

VELEZ, R., 1989. Catálogo del Museo de Entomología. Fac. Ciencias, Univ. Nac. de Colombia, Secc. Medellín, p. 134

WOOD, D.M., 1985. A taxonomic conspectus of the Blondeliini of North and the West Indies, Mem. Ent. Soc. Canada, 130 pp.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 41 – 74, 1989

ESTUDIO DE LOS CAMBIOS DE LA MESOFAUNA ASOCIADA A LA DESCOMPOSICION DE CADAVERES DE CONEJO EN CLIMA MEDITERRANEO

FRANCISCO SAIZ, EDOARDO TOSTI-CROCE y M. SOLEDAD LEIVA

ABSTRACT

Faunistic changes

Faunistic changes associated to decomposition in rabbit cadavers, *Oryctolagus cuniculus* (L.), was studied by means of three essays of 25 carcasses each. The field research was conducted in a perturbated *Acacia caven* steppe under the following environmental conditions: Spring, FALL-Winter an SUMMER-Fall, respectively.

The animal community on rabbit carcasses and in the upper 6 cm of the soil were analized. Organic matter, pH and nitrogen concentration of the soil were also controlled.

Four seral stages of decomposition were described for the carcasses of the three essays: Fresh, Bloated or Emphysematic, Decay or Liquefacted and Dry. Their duration is quite variable, depending upon the time of the year and the environmental conditions around the carcasses. The three first seral stages were shorter under arid conditions. This characteristics affected density and faunal composition, thus during spring essays faunal diversity was notably higher.

Diptera larvae were the most abundant insects in decaying corpses. *Calliphora* and *Sarconesia* were dominant during spring decomposition and gradually replaced by *Lucilia* and *Sarcophaga* in dier conditions.

Coleoptera families *Staphylinidae* and *Carabidae* were important during spring descomposition. *Trogidae, Histeridae* and *Dermestidae* predominated in decomposition under arid conditions in association with a longer dry seral stage. The same pattern of activity was found for *Formicidae*.

INTRODUCCION

El ciclo de nutrientes en los ecosistemas involucra tres grandes estancos de organismos: productores, consumidores y descomponedores.

Los inputs de materia al estanco de los descomponedores corresponden tanto a aportes más o menos constantes (excretas, restos de anexos tegumentarios, etc.), como a aportes más azarosos (exuvias, hojas, cadáveres, etc.). Es indudable que, dentro de este contexto, la muerte de un organismo acentúa esta situación al concentrar en un área restringida una alta cantidad de materia orgánica, la que actúa como foco de atracción para diferentes componentes del estanco de los descomponedores (Putman 1983). Los outputs corresponden a elementos o sustancias solubles que utilizan los productores y a compuestos que quedan retenidos temporalmente en los complejos húmicos del suelo (Swift et al. 1979).

Entre inputs y outputs se produce la descomposición orgánica en la cual participa una infinidad de organismos que, directa o indirectamente, utilizan dicho recurso (Cornaby 1974 y 1977, Putman 1983), estableciéndose lo que ya Reed (1958) designó como una serie de microcomunidades. Otros autores se refieren a este proceso como a una microsucesión (Nobaglo 1973) o a una microserie (Mohr 1943, en Johnson 1975).

Las características de la comunidad biótica participante cambian en la medida que avanza la particularización y la degradación de la materia orgánica, estableciéndose una definida relación entre su presencia y composición y las etapas del proceso de descomposición. Ello le da un alto grado de predictividad en la datación de fecha de muerte si se tienen en cuenta las condiciones ambientales en que ocurre el proceso y la naturaleza del cadáver.

Son estas características de la fauna necrobionte las que atrajeron la atención de investigadores del área de la Medicina Legal ya desde el siglo pasado (Orfila, 1831 y Yovanovitch, 1888 en Vincent et al. 1985, Megnin 1894, Biondi 1902, Alessandrini 1926 y 1927, Bianchini 1929, 1930 y Bellusi 1933, etc.).

Más recientemente se ha retomado la línea de investigación con fines forenses (Nourteva 1974 y 1977, Nourteva et al. 1967 y 1974, Leclerq 1974 1978 y 1983, Rodríguez y Bass 1983 y 1985, Goff y Odom 1987, Goff et al. 1988). Keh (1985) pre-

Sección Ecología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso. Chile.

senta una revisión del estado actual de la Entomología Forense y Vincent et al., (1985) publican un check up bibliográfico que abarca más de 330 títulos.

Independiente del enfoque anterior, y a partir del trabajo pionero de Fuller (1934), se ha ido desarrollando una línea de investigación con enfoque ecológico, estudiando cuali y cuantitativamente la fauna asociada a este tipo de descomposición. En esta línea se enfatiza el estudio de las relaciones de predación, paraistoidismo, comensalismo, foresis, parasitismo, competencia, estructura comunitaria, etc. (Beaver 1973 y 1986, Hanski y Kuusela 1977 y 1980, Mc Kinnerney 1978, Kuusela y Hanski 1982, Morón y Terrón 1984). En otros, se resaltan los aspectos autoecológicos de las especies necrobiontes (Beaver 1973, Tischler 1976, Denno y Cothran 1975 y 1976) o el efecto que la descomposición tiene sobre la fauna del suelo (Bornemissza 1957) o bien las variaciones estacionales de las comunidades involucradas (Johnson 1975).

El estudio desde una perspectiva ecológica no posee una base bibliográfica muy amplia, aún cuando en los últimos años ha ido en rápido aumento el número de publicaciones (Abell et al. 1982, Payne et al. 1968, Payne y King 1970, Jirón y Cartín 1981, Schoenly 1983, Watsi 1972, Tullis y Goff 1987).

En lo referente a Chile, no tenemos antecedentes de trabajos en la línea "ecológica" ni en la "forense", salvo el de Tobar (datos no publicados) donde retoma los planteamientos hechos por Megnin en 1989. Lo más cercano es el trabajo de Covarrubias et al. (1982), quienes con esquema analítico parcialmente similar al nuestro enfrentan el estudio de la fauna asociada a la descomposición de fecas de vacuno.

Del conjunto de organismos que participan en el proceso de descomposición, destacan los insectos por su cantidad y diversidad, cumpliendo roles de necrófagos propiamente tales, de predadores, de parásitos y de parasitoides, ya sea en condición de larva y/o de adulto.

Dentro del contexto expuesto se enmarca la presente investigación, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Conocer la composición y secuencia de cambios de la fauna necrobionte asociada a la descomposición de cadáveres de mamíferos de talla mediana en Chile mediterráneo.
2. Evaluar las diferencias faunísticas y de velocidades de cambio (duración de las fases) de la fauna necrobionte en cadáveres en descomposición bajo condiciones ambientales diferentes: invierno - primavera, otoño - invierno, verano - otoño, cubriendo de esta forma todo el arco de un año.
3. Asociar las eventuales variaciones de pH, materia orgánica y contenido de nitrógeno del suelo subyacente al cadáver con el proceso de descomposición.

MATERIALES Y METODO

La investigación se realizó en el Parque de Fauna de Viña del Mar, dependiente de CONAF V Región.

Se realizaron tres ensayos, que abarcaron los siguientes periodos: I del 10/08/88 al 26/12/88; II del 28/03/89 al 21/07/89 y III del 5/12/89 al 10/05/90.

En cada ensayo se contó con un set de 25 conejos de criadero (*Oryctolaqus cuniculus* (L)), de edad y peso aproximadamente iguales. Los pesos promedio y sus respectivas desviaciones estandar por ensayo,fueron los siguientes: I = 1156 grs, DS = 129; II = 1.330 grs, DS = 291 y III = 940 grs, DS = 123.

Los conejos fueron sacrificados por asfixia en ambiente saturado de gas licuado.

Los cadáveres fueron ubicados en la superficie del suelo que llenaba las cajas de plástico de 63 x 44 x 27 cm, debidamente perforadas en el fondo para su normal drenaje (Fig. 1). El suelo contenido en las cajas era el mismo que se extrajo del terreno para poder enterrarlas, respetándose la secuencia na-

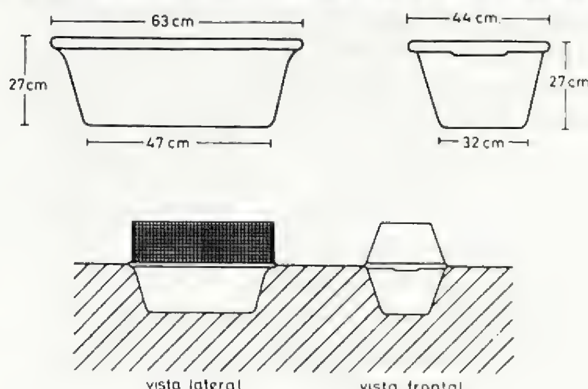


Fig. 1 Cajas de experimentación.

Fig. 2 Disposición de las cajas de experimentación en el suelo y sistema de protección de macropredadores.

tural de estratos y la continuidad de niveles entre el entorno y la superficie de la caja.

Para evitar que los cadáveres fueran perturbados por macroorganismos (perros, gatos, roedores etc), se protegieron con una cubierta de malla metálica (Fig. 2).

Las cajas se dispusieron en un sistema de grilla, numerándose correlativamente los cadáveres (Fig. 3). La secuencia de extracción fue al azar, previo sorteo. Su frecuencia fue mayor en las fases iniciales, distanciándose en la fase terminal.

Cada extracción consistió en:

1. Retiro y depósito del cadáver en una bolsa plástica con formalina al 5°/o. La conservación del material estudiado se hizo en solución de alcohol-acetato.
2. Recolección manual de la fauna subyacente al cadáver, separada en los niveles 0-2, 2-4, 4-6 cms de profundidad y conservación en solución de alcohol-acetato.
3. Toma de muestras de suelo de los niveles 0-2, 12-14 y 23-25 cm, del interior de la caja, para medir pH, contenido de materia orgánica y contenido de nitrógeno.

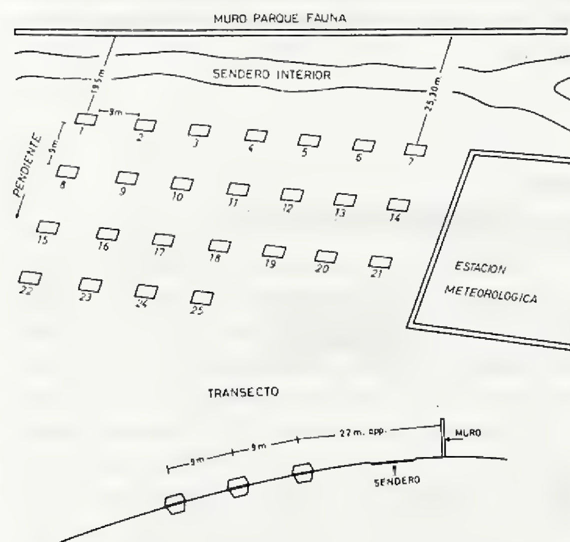


Fig. 3 Distribución espacial de las cajas de experimentación y ubicación de la caseta meteorológica.

Al inicio de los dos primeros ensayos se muestreó el suelo del lugar de estudio a 0-2, 12-14 y 22-25 cms de profundidad, con el fin de evaluar los parámetros químicos indicados, tanto para suelo con y sin cubierta vegetal.

Las condiciones macroclimáticas imperantes durante las investigaciones se obtuvieron de una estación meteorológica adyacente al área de estudio (Fig. 3). Se consideró la temperatura y la humedad relativa medidas a las 8.00, 14.00 y 19.00 hrs.

En la determinación del material biológico se usó básicamente la siguiente bibliografía: Fuller (1932), Böving y Craighead (1930), Arnett (1973), Werner (1974), Peterson (1979), Prins (1982), Greenberg y Szyska (1984), Smith (1986), Sáiz et al (1989); a ello se suma la comparación con el material del Museo Nacional de Historia Natural.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. CLIMATOLOGIA

El régimen de precipitaciones bajo el cual se realizaron los ensayos, graficado por unidades quincenales, se visualiza en la Fig. 4. Los trazos indican la ubicación temporal y duración de cada ensayo.

Las condiciones térmicas y de humedad relativa están expuestas en las Figs. 5 y 6, graficadas como promedios quincenales para las 8.00, 14.00 y 19.00 hrs.

Queda en evidencia que cada ensayo corresponde a condiciones hídricas y térmicas diferentes, las que pueden clasificarse de la siguiente forma:

I Ensayo: Medianamente cálido y parcialmente húmedo
II Ensayo: Frío y húmedo
III Ensayo: Cálido y seco

B. PEDOLOGIA

El sector en que se realizó el estudio corresponde un espinal (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) degradado, con presencia de algunos ejemplares de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata* (J.E. Sm) Johnst.) y de escasos *Pinus radiata* D. Don y *Eucalyptus globulus* Labill. en las cercanías.

En el suelo se distinguen tres horizontes o niveles:

00-02 cm: presencia de restos vegetales en algunos sectores o carente de cubierta vegetal. En época húmeda surge vegetación herbácea menor. Algo de arena y escasas piedras de cuarzo.

02-23 cm: arenoso-arcillosos, oscuro, piedras meteorizadas, textura granular.

23 ó más cm: predominantemente arcillosos, amarillento, textura fina.

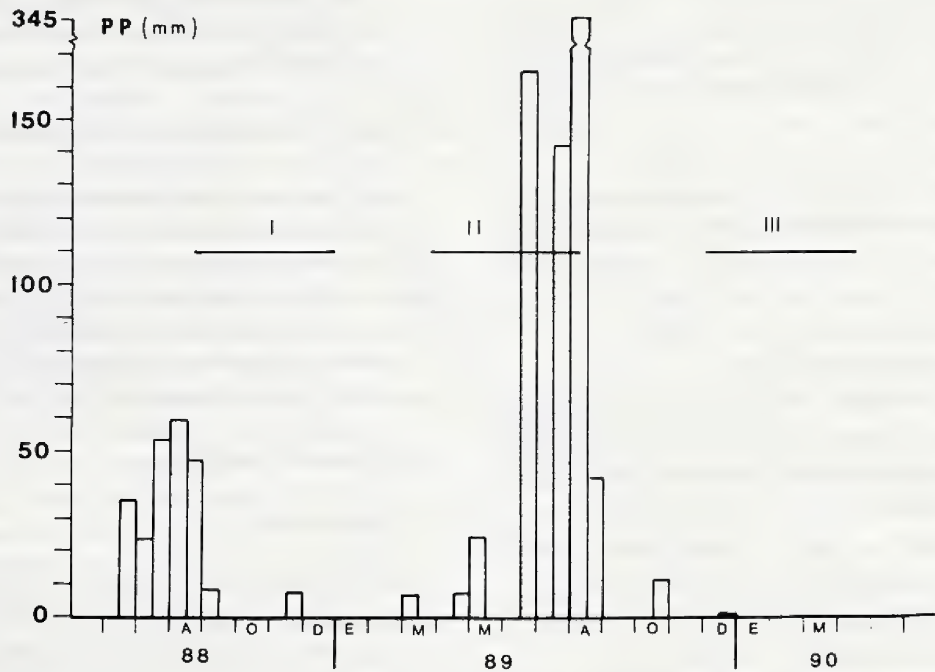


Fig. 4 Secuencia de precipitaciones, sumas quincenales, durante la investigación. I, II y III ensayos de descomposición.

Las condiciones de pH, niveles de materia orgánica y de nitrógeno del sustrato al inicio de los ensayos I y II se exponen en el Cuadro 1; se destacan los pH ácidos y los bajos contenidos de materia orgánica y de nitrógeno

Las variaciones temporales de estos parámetros en el suelo subyacente a los cadáveres (ensayos I y II, Cuadros 2 y 3) no permiten definir una tendencia clara en cuanto al efecto de la descomposición en ellos.

CUADRO 1
CARACTERISTICAS GENERALES DEL SUSTRATO AL INICIO DE LOS ENSAYOS I Y II

Condición	I (25-08-88) Profundidad (cm)			II (24-05-89) Profundidad (cm)		
	0-2	12-14	23-25	0-2	12-14	23-25
A. pH						
Bajo espino	5.5	5.0	5.5	–	–	–
Con pasto	5.0	4.8	5.2	4.5	4.9	5.1
Sin pasto	4.6	5.5	5.0	5.0	4.5	4.9
B. Materia orgánica (o/o)						
Bojo espino	2.9	8.7	9.9	–	–	–
Con pasto	10.4	9.3	13.5	11.3	2.6	2.1
Sin pasto	8.8	10.0	8.8	4.4	2.1	1.8
C. Nitrógeno (o/o)						
Bajo espino	.093	.050	.048	–	–	–
Con pasto	.132	.084	.076	.210	.056	.058
Sin pasto	.069	.071	.062	.108	.056	.071

CUADRO 2

EVOLUCION DE pH, MATERIA ORGANICA Y CONTENIDO DE NITROGENO EN EL SUELO SUBYACENTE A LOS CADAVERES ENSAYO I

Fecha 1988	pH Profundidad(cm)			Mat. Orgánica (º/o) Profundidad (cm)			Nitrógeno (º/o) Profundidad (cm)		
	0-2	12-14	23-25	0-2	12-14	23-25	0-2	12-14	23-25
10-08	Instalación de los cadáveres								
15-08	6.5	4.9	4.8	9.8	9.9	9.4	.194	.103	.093
19-08	5.4	5.5	5.2	11.2	9.2	9.2	.060	.041	.058
23-08	5.1	4.4	5.3	7.8	8.7	10.4	.093	.065	.069
26-08	6.2	5.0	5.0	6.2	9.6	8.0	.193	.088	.063
29-08	5.7	5.3	5.5	9.6	11.0	9.1	.146	.053	.075
02-09	5.6	5.4	5.3	9.1	11.2	9.1	.082	.093	.095
06-09	6.0	5.6	5.5	7.0	10.0	8.4	.132	.077	.071
10-09	6.5	4.8	5.5	3.8	11.5	8.4	.210	.093	.078
15-09	5.1	4.2	5.5	8.4	10.9	9.2	.155	.075	.080
16-09	6.5	5.5	5.5	9.8	2.5	10.0	.119	.079	.075
22-09	6.2	5.5	5.4	11.2	11.0	11.1	.203	.075	.076
23-09	5.8	5.5	5.6	3.5	3.9	3.8	.132	.067	.056
30-09	6.0	5.6	5.5	5.1	7.8	7.8	.108	.071	.060
07-10	5.7	5.2	5.5	2.8	7.4	8.6	.140	.084	.075
10-10	5.7	5.5	5.6	7.5	4.7	5.9	.140	.071	.071
18-10	5.1	4.8	5.0	4.5	3.5	4.8	.095	.084	.071
26-10	5.8	4.9	5.1	4.9	3.7	3.7	.103	.078	.071
31-10	5.2	5.1	5.0	11.6	8.2	3.6	.336	.069	.073
10-11	4.7	4.8	4.5	4.1	5.1	4.3	.127	.054	.048
22-11	5.2	5.7	5.1	4.4	3.9	4.3	.067	.039	.056
05-12	5.8	5.2	5.5	10.4	10.8	10.5	.127	.054	.048
15-12	4.9	4.6	4.5	7.7	3.6	12.6	.138	.086	.097
26-12	5.0	4.7	4.5	4.2	4.1	4.3	.102	.067	.050
r2	.27	.03	.26	.08	0.31	.07	.019	.005	.004

Al respecto, Reed (1958) describe una alcalinización del suelo bajo los cadáveres en la fase licuefacta, para después recuperar gradualmente los pH iniciales. Sus suelos eran neutros a básicos. Tosti Croce (1986) encuentra un modelo parecido en suelos ácidos de bosque caducifolio, en que se detecta disminución de acidez en igual fase. Rodríguez y Bass (1985), también describen incremento de pH en suelos bajo cadáveres humanos enterrados. Mackerras y Freney (1933) mencionan una fuerte alcalinización por acción de las larvas de Diptera en la fase licuefacta de la descomposición de cadáveres.

Al analizar nuestros datos en esta perspectiva, si bien puede visualizarse cierta tendencia de acuerdo al modelo expuesto, ella está enmascarada. Es probable que en este enmascaramiento influyan las lluvias ocurridas durante los ensayos (Fig. 4), las que en el primero coinciden con su inicio y en el segundo con la fase terminal.

Para materia orgánica y contenido de nitrógeno tampoco hay tendencias definidas (coef. de determinación muy pequeño), lo cual sería explicable por la heterogeneidad del sustrato, ya que la cubierta herbácea no es regular.

C. TANATOLOGIA

En el desarrollo de la descomposición de los cadáveres de conejos se distinguieron las siguientes fases: fresca, enfisematosa, licuefacta y seca (Reed 1958, Johnson 1975).

Las características por ensayo son las siguientes:

I **Ensayo** (10-08-88/26-12-88):

1. Fresca: Comienza con la muerte de los conejos y su inmediata colocación en terreno y termina alrededor de los días 10-11. Se caracteriza por

CUADRO 3

EVOLUCION DE pH, MATERIA ORGANICA Y CONTENIDO DE NITROGENO EN EL SUBSUELO SUBYACENTE A LOS CADAVERES ENSAYO II

Fecha	pH Profundidad (cm)			Mat. Orgánica (o/o) Profundidad (cm)			Nitrógeno (o/o) Profundidad (cm)		
1989	0-2	12-14	23-25	0-2	12-14	23-25	0-2	12-14	23-25
28-03	Instalación de cadáveres								
31-03	5.7	4.9	5.3	5.5	3.6	2.8	.183	.076	.056
03-04	6.7	4.6	4.2	8.3	2.5	2.4	.259	.075	.056
07-04	5.8	5.2	5.2	4.6	5.0	4.1	.123	.056	.080
10-04	6.3	5.0	4.7	3.6	2.8	2.0	.170	.056	.056
14-04	5.4	4.6	4.8	5.7	2.8	2.3	.179	.074	.056
17-04	5.8	5.7	4.7	3.3	3.0	2.4	.116	.063	.069
21-04	5.5	5.1	5.4	9.5	4.1	4.0	.280	.063	.073
24-04	5.9	5.2	5.1	4.0	3.9	2.9	.106	.047	.063
28-04	5.5	5.0	4.9	5.1	3.5	3.8	.149	.054	.035
01-05	6.0	5.4	5.3	4.7	4.0	4.5	.151	.060	.041
05-05	6.2	5.4	5.8	4.3	2.9	3.4	.117	.037	.045
08-05	6.6	5.0	4.6	9.4	4.7	4.4	.302	.116	.084
12-05	6.3	4.7	4.1	4.2	3.2	2.8	.121	.043	.069
15-05	6.2	5.2	4.9	5.5	4.9	4.7	.190	.080	.078
19-05	5.7	5.4	5.0	4.1	3.7	3.4	.140	.067	.080
22-05	6.0	4.8	4.7	5.2	2.1	2.0	.220	.076	.067
26-05	5.8	5.0	5.5	3.2	3.1	2.6	.140	.073	.069
29-05	6.0	5.6	5.4	6.4	5.3	5.0	.136	.065	.074
02-06	6.3	4.7	4.7	2.7	2.6	2.0	.155	.067	.067
09-06	6.3	5.0	5.0	3.5	4.3	4.4	.216	.061	.065
16-06	6.4	5.1	5.2	6.4	3.6	3.3	.207	.076	.074
23-06	6.1	5.5	5.4	5.3	1.7	2.4	.168	.069	.060
30-06	6.6	4.5	4.8	8.1	3.1	3.7	.328	.067	.073
07-07	5.4	5.0	5.0	3.0	1.8	2.0	.129	.076	.073
r2	.018	.000	.021	.014	.060	.000	.014	.025	.102

el aspecto intacto del cuerpo, aun cuando dentro de las cavidades corporales (boca, ano) se observan larvas de dípteros en sus primeros estados de desarrollo. Frecuentemente se observan hormigas recorriendo las mucosas. Olor moderado.

2. Enfisematosa: Comienza alrededor de los días 11-12 y dura 4 a 5 días. Se caracteriza por el aspecto hinchado del cuerpo (región abdominal) y la salida de líquidos por los orificios naturales (anal y buconasal). Hay evidente olor a descomposición.
3. Licuefacta: Comienza alrededor del día 16 y dura 7 a 8 días. Se caracteriza por la pérdida del aspecto enfisematoso y la aparición de una serie de orificios artificiales en la zona superior de la carroña (zona epistática) y licuefacción de la cara inferior (zona hipostática), con paso de líquidos putrescentes al suelo subyacente. En la interfase entre cadáver y suelo, se observa gran cantidad de larvas de dípteros en 2do y 3er estado. Hormigas presentes. Olor especialmente penetrante.
4. Seca: Comienza alrededor del día 23 y dura hasta el fin del ensayo. La carroña presenta aspecto deshidratado con restos de pelos, piel, material fibroso y huesos. El cuerpo está completamente aplanado y en él no se observan larvas. En la tierra subyacente se observan prepupas y pupas de dípteros, así como larvas de Staphylinidae. En esta fase sólo se detectaron algunas larvas de Dermestidae, lo que explicaría la no total eliminación de restos orgánicos.

II Ensayo (28-03-89/21-07-89):

Al igual que en el primer ensayo, también se distin-

guen las cuatro fases ya mencionadas, con la diferencia que las tres primeras son muy cortas, por lo que se hace difícil su individualización. Esto es explicable ya que, si bien este ensayo corresponde en su mayor parte al período otoño-invierno su inicio ocurrió bajo condiciones de aridez y de temperaturas elevadas. Las lluvias y bajas temperaturas afectan sólo a su segunda parte.

Las características de cada fase son las siguientes:

1. Fresca: su duración no es mayor a 48 horas y en ese período hay un ataque masivo por parte de dípteros (Calliphoridae), los que oviponen en orificios naturales y entre el pelaje.
2. Enfisematosa: su duración es del orden de las 24 horas.
3. Licuefacta: se inicia hacia el cuarto día y no se prolonga por más de 3 días.
4. Seca: esta fase se inicia hacia el 7º - 8º día y se prolonga hasta el final del ensayo. A partir de los días 25 - 27 se observan larvas de Dermestidae, a las que se agregan adultos de Trodae hacia el día 37. Estos organismos permanecen hasta la reducción casi total del cadáver, del que sólo quedan huesos, pelos y casi nada de tejido fibroso.

III Ensayo (05-12-89/10-05-90):

Al igual que en el ensayo anterior, y por las mismas causales, las tres primeras fases son poco detectables por la rapidez con que ocurren.

1. Fresca: su duración es de 24 a 48 horas.
2. Enfisematosa: Esta fase no se prolonga más allá de 24 horas, caracterizándose por la clásica hinchazón y el punzante olor.
3. Licuefacta: se inicia con la salida de líquidos. Su duración es cortísima, ya que al día 4 se entra de lleno a la fase siguiente.
4. Seca: a partir del día 4 sólo son detectables restos fibrosos. En la desintegración de estos restos hay una activa participación de las larvas de Dermestidae, las que están presentes entre los días 24 y 60 aproximadamente.

Durante la fase licuefacta de este ensayo, dada la aridez y compacticidad del suelo que impide la profundización de las larvas de dípteros necrófagos, se constata la dispersión de éstas por los terrenos que rodean al cadáver hasta unos 5 m de distancia.

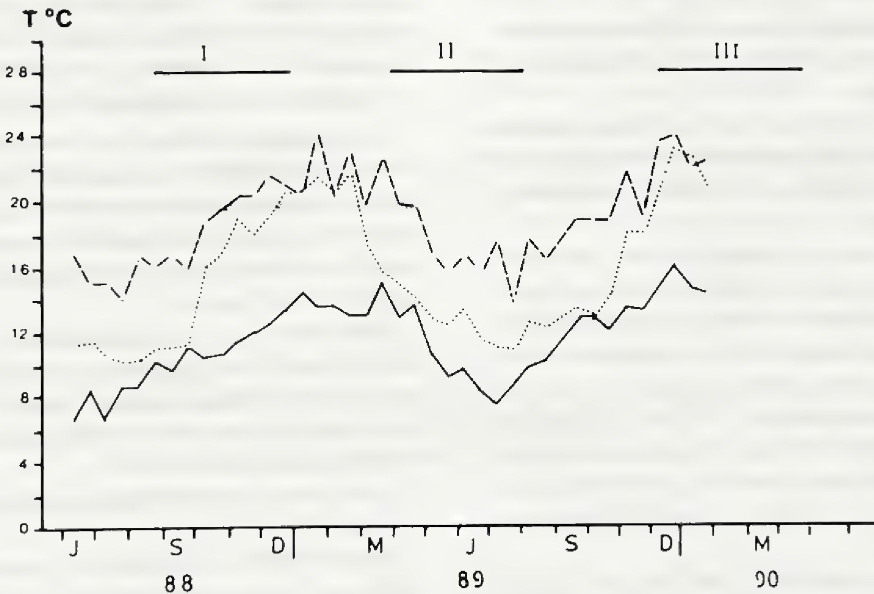


Fig. 5 Régimen de temperaturas, promedios quincenales, durante la investigación. I, II y III ensayos de descomposición. Línea continua = 8.00 hrs.; línea de trazos = 14.00 hrs. y línea punteada = 19.00 hrs.

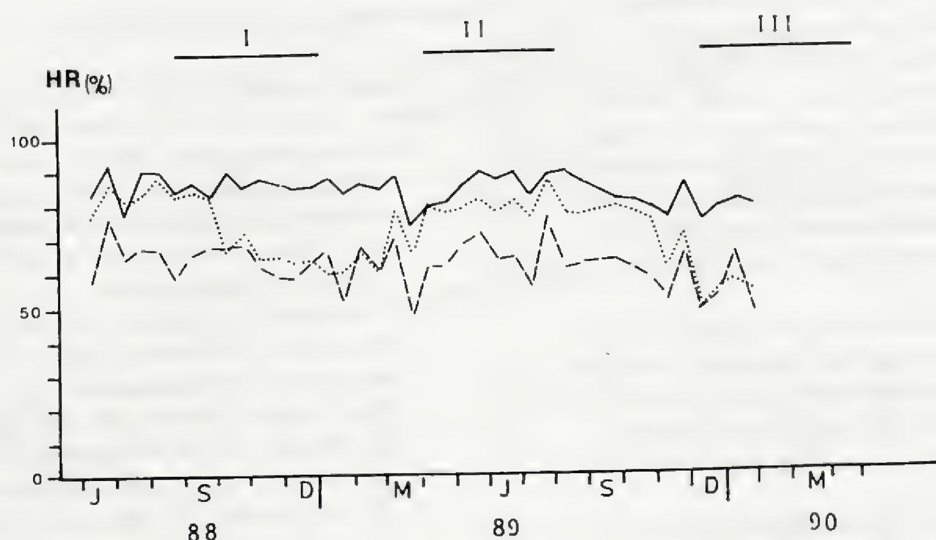


Fig. 6 Régimen de humedad relativa, promedios quincenales, durante la investigación. I, II y III ensayos de descomposición. Línea continua = 8.00 hr ; línea de trazos = 14.00 hr y línea punteada = 19.00 hr

D. FAUNISTICA

I Ensayo:

I.1. Diptera: Este grupo cumple un rol fundamental en la descomposición del cadáver, especialmente en la fase licuefacta y su participación es larga en el tiempo.

La figuras 7 y 8 informan de la participación numérica y de la profundización en el suelo de la dipterofauna, evaluada por la presencia de larvas, pupas y puparios.

Es evidente que la postura ocurre casi exclusivamente en el cadáver dentro de los primeros 10 días, detectándose huevos no eclosionados hasta el día 20 aproximadamente. Las larvas se concentran en el cadáver entre los días 12 y 34 del proceso de descomposición. Si bien la pupación puede ocurrir hasta los 10 cm de profundidad, gracias al reblandecimiento del suelo por efecto de las lluvias (Fig. 4), este estado es más abundante al nivel 2 a 4 cms.

La familia dominante en esta fase es Calliphoridae, representada por los géneros *Calliphora y Sarconesia*. Le acompañan las familias Fannidae (*Fannia scalaris* F) y Anthomyiidae (2 sp no determinadas). Esta dominancia también está reconocida por Tosti-Croce (1986) y Bornemissza (1957). entre otros autores.

Calliphora sp (probablemente *vicina*) es el primer díptero en atacar el cadáver y es la especie más abundante. A partir del día 16 comienza a aparecer el tercer estado larvario, el que puede ser encontrado en el cadáver y en cantidades significativas hasta aproximadamente el día 36.

Es interesante destacar que los terceros estados larvarios de *Calliphora* a partir del día 22 son de inferior tamaño que aquellos de fechas anteriores. Es posible pensar en limitación del recurso al acercarse la fase seca, junto a la alta población, como causales de este hecho.

Sarconesia sp, es prácticamente sincrónica con la especie de *Calliphora*, aunque con una representación bastante menor. Hacia el día 19 se encontraron ya terceros estados larvarios, los que se mantuvieron hasta el día 26.

Las pupas de ambas especies se detectan a partir del día 22.

Fannia scalaris, identificable gracias a sus particulares y vistosos apéndices, es detectable en cadáver sólo a partir del día 26 y en cantidad inferior a la especie precedente. Su máximo se presenta hacia el día 35, fecha en que aparecen también las primeras pupas.

Una especie de Anthomyiidae, poco representada, se detecta hacia el día 19 y su número se incrementa a partir de esa fecha, con máximo hacia el día 26. Diez días después aparece la segunda

especie de esta familia en muy escaso número.

De particular interés es el parasitoidismo de que son objeto gran número de pupas por parte de especies de Staphylinidae Aleocharinae, de los géneros *Aleochara* y *Atheta*, situación ampliamente descrita en la literatura (Kessler y Balbaug 1972, Drea, 1966; Turner et al, 1968; Klimaszewski y Blume, 1986). Una pequeña proporción de pupas es atacada por microhimenópteros no identificados.

1.2. Coleoptera: Este grupo, según la especie, cumple roles de necrófagos en sentido estricto y de predadores o de parasitoides, siendo baja su participación como comedores directos de cadáveres (Crowson, 1981). Además, está considerado de alto valor forense (Morley, 1907; Kaufmann, 1937, 1941; Elton, 1966; Easton, 1966). Este último autor trabaja en particular este aspecto en estudio anual de cadáver de zorro, encontrando 1967 coleópteros distribuidos en 87 especies y 10 familias. Easton y Smith (1970), en cadáveres humanos, encuentran 98 ejemplares correspondientes a 48 especies incluidas en 6 familias.

Nuestros resultados a este nivel son los siguientes:

	Ejemplares	Especies	Familias
I Ensayo	148	25	12
II Ensayo	174	18	10
III Ensayo	170	11	9

La familia más importante es Staphylinidae (Cuadro 4), cuya presencia, tanto como adultos o larvas, está directamente relacionada con la existencia de larvas y pupas de Díptera sobre las que preda o actúa como parasitoide, y a las que incluso sigue en la profundización para pupar. Esta correspondencia es tanto temporal como espacial (estratos) (Fig. 7, 8 y 9).

Easton (1966), en su estudio sobre cadáver de zorro, encuentra que la familia Staphylinidae aporta 60 especies y 1054 individuos de las 87 especies y 1967 individuos de Coleoptera colectados. Payne y King (1970) citan más de 50 especies en cadáver de cerdo, Chapmann y Sankey (1955) reportan 6 especies en conejo y Nabaglo (1973) informa de 21 especies en roedores. En nuestro primer ensayo la familia está representada por 7 especies, destacando *Aleochara lata* Grav. y *Atheta obscuripennis* Scl. como las especies de mayor importancia en esta función, siendo acompañadas en mucho menor proporción por *Creophilus erytrocephalus* F., especie eminentemente predadora, *Lepidophallus pseudoelongatus* Coiff. y Sáiz, *Anotylus chilensis* Coiff. y Sáiz y ejemplares aislados de otras *Aleochara* y *Atheta*, no determinables por contar sólo con un ejemplar. (Coiff. y Sáiz, 1964, 1967, 1968; Sáiz, 1970).

Chapmann y Sankey (1955) señalan a *Aleochara curtula* (Goeze) como parasitoide de pupas de dípteros. Los géneros *Aleochara* y *Atheta* son regularmente citados como partícipes activos de la descomposición de cadáveres. En general, todos los autores están acordes en la relación directa entre la presencia de larvas y pupas de Díptera y la de

CUADRO 4

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE COLEOPTEROS ADULTOS POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD I ENSAYO (N= 148)

	Porcentajes				
	Staphylinidae	Carabidae	Tenebrionidae	Resto	Total
Cadáveres	31.1	2.0	8.1	6.1	47.3
0 - 2 cm	16.9	13.5	4.7	1.4	36.5
2 - 4 cm	7.4	2.0	.7	–	10.1
4 - 6 cm	4.7	1.4	–	–	6.1
	60.1	18.9	13.5	7.5	100.0

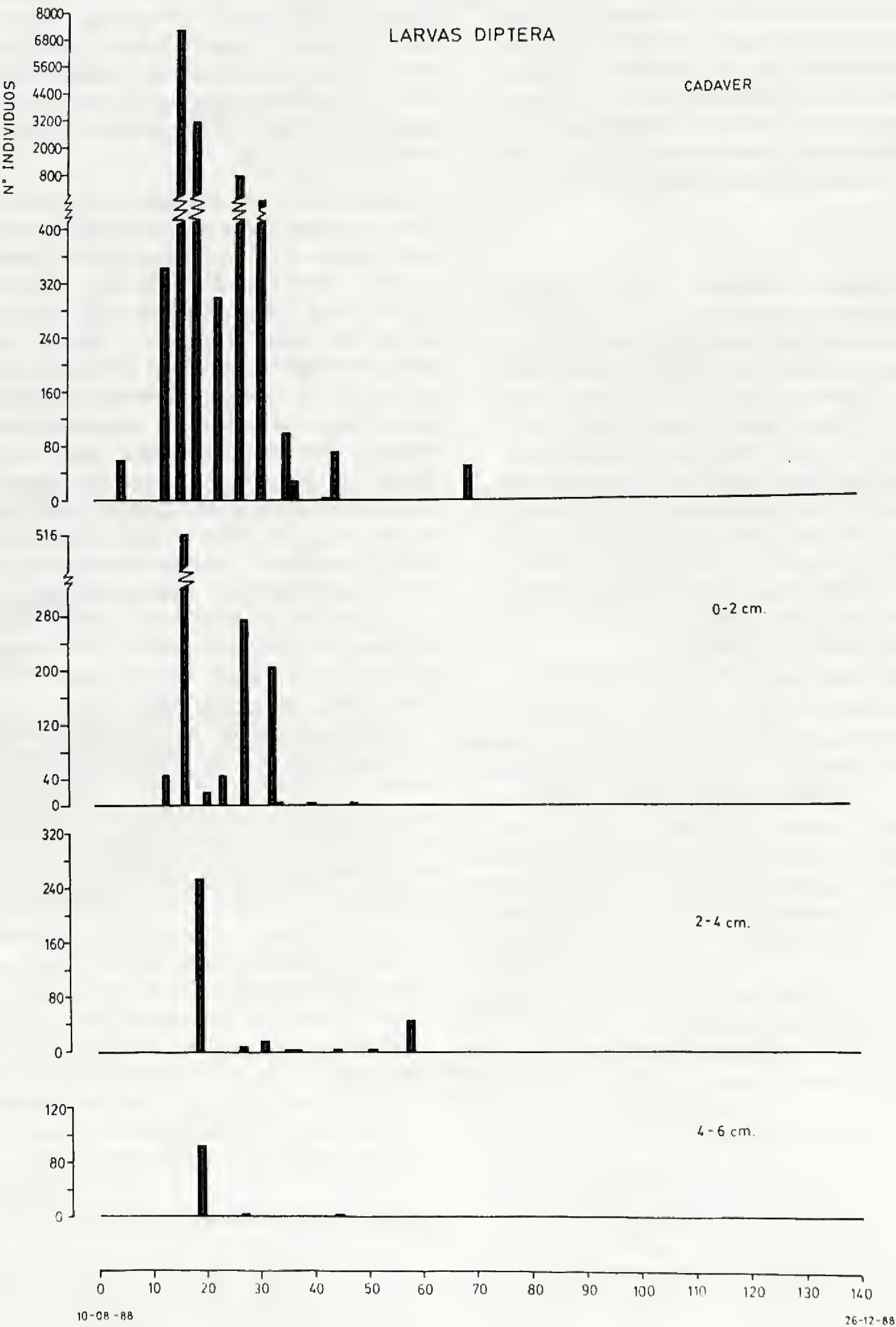


Fig. 7 Distribución temporal de las larvas de Diptera en cadáver y primeros 6 cm. de suelo subyacente. I ensayo.

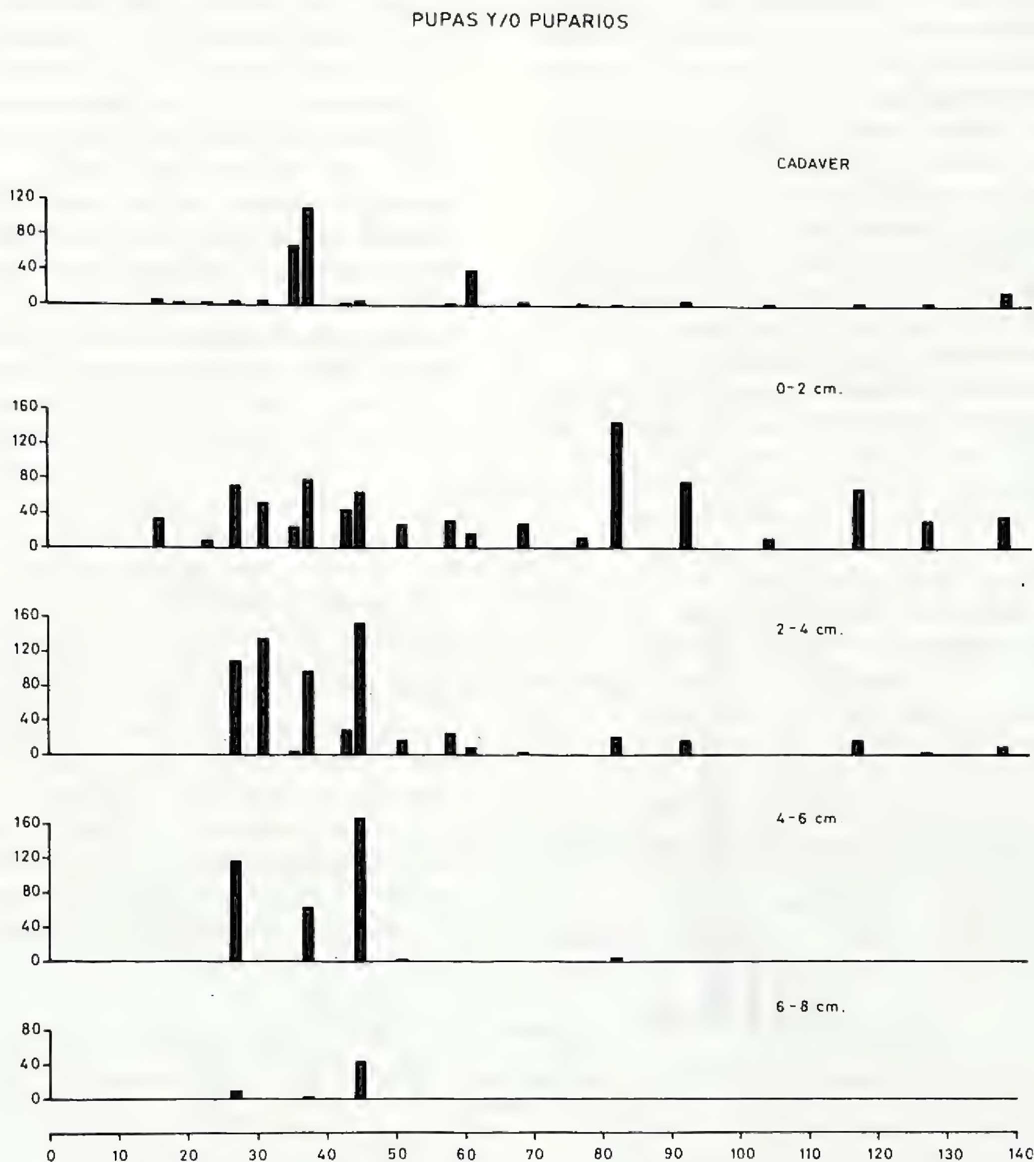


Fig. 8 Distribución temporal de pupas y/o puparios de Diptera en cadáver y primeros 6 cm de suelo subyacente. ensayo.

CUADRO 5

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS LARVAS DE COLEOPTEROS POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD I ENSAYO (N= 163)

	Staphylinidae	Scarabaeidae	Coccinellidae	Resto	Total
Cadáveres	6.1	.6	1.8	36.8	45.3
0 - 2 cm	14.7	4.3	5.5	10.4	34.9
2 - 4 cm	9.2	.6	–	2.5	12.3
4 - 6 cm	4.3	.6	–	1.8	6.7
	34.3	6.1	7.3	51.5	100.2

estafilínidos; por consiguiente, son los primeros coleópteros en colonizar los cadáveres, dependiendo su permanencia de la persistencia del sustrato trófico aportado por los dípteros.

Los estados larvarios de Staphylinidae (Cuadro 5) son bastante abundantes y prácticamente concordantes con la presencia de adultos (Cuadro 6 y Fig. 9), ratificando la importancia de este grupo en el control de la densidad de larvas de dípteros.

Hay que hacer notar respecto al Cuadro 5 que el 71.4o/o de las larvas signadas Resto corresponden a larvas y exuvias de Dermestidae.

La familia Carabidae, también predadora, presenta una baja presencia y una distribución irreguiar en el tiempo. Su acción predadora sería bastante más generalizada que la de Staphylinidae. Por su concentración a 0 - 2 cm de profundidad podría pensarse en una predación en larvas de mayor tamaño y en otros artrópodos. Está representada por *Crossonychus viridis* Dejean y por especies de *Trechisibus* (1), *Pterostichus* (3) y 1 sp no determinada (Fig. 10). *Trechisibus niger* Schaller es citado por Chapman y Sankey (1955) en cadáveres de conejos.

La presencia de Tenebrionidae, casi exclusivamente a través de *Blapstinus punctulatus* Sol.,

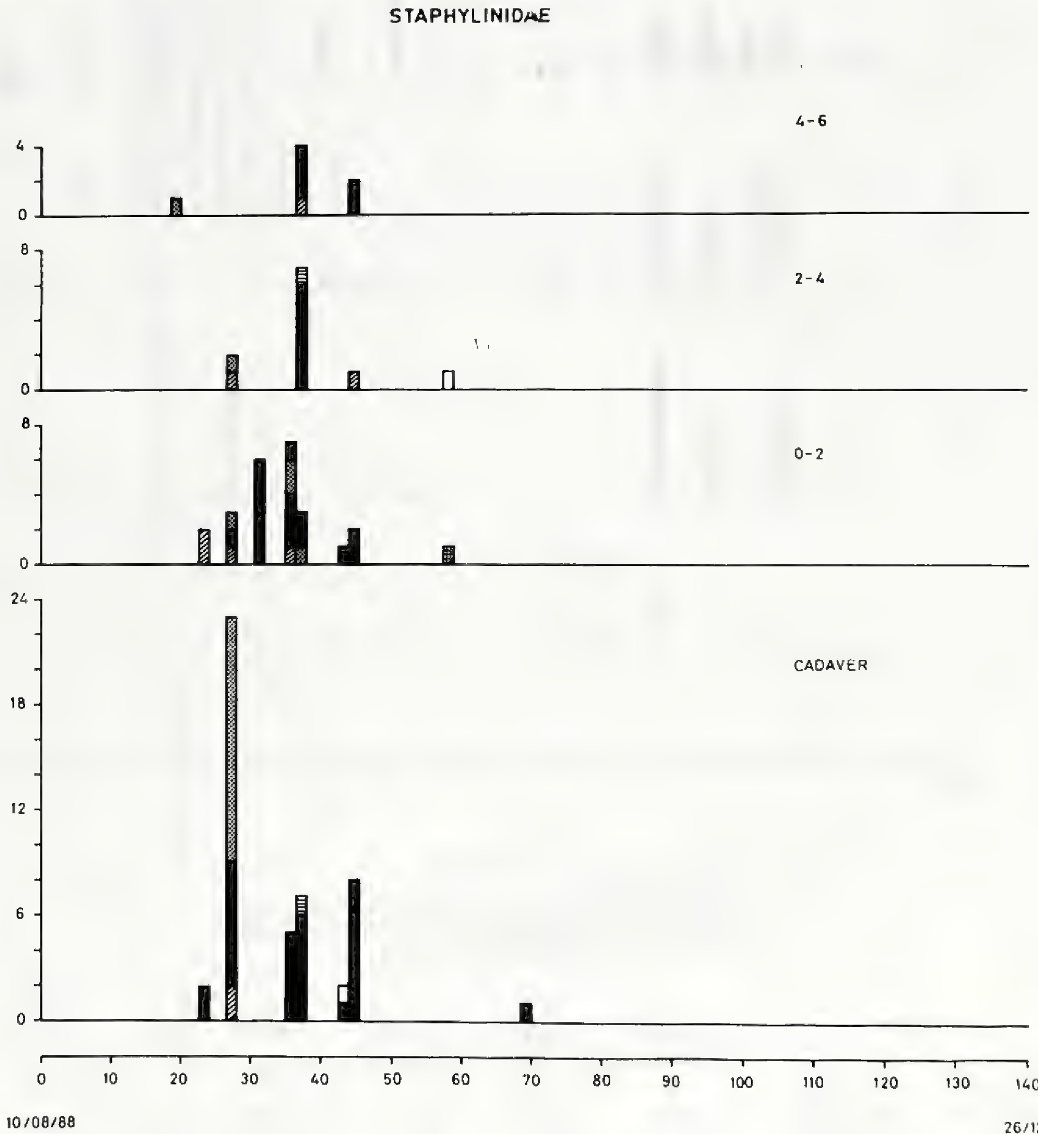


Fig. 9 Distribución temporal de STAPHYLINIDAE (adultos) en cadáver y primeros 6 cms de suelo subyacente. I ensayo. Negro, *Aleochara lata*; hachurado vertical, *Aleochara* sp; h. oblicuo, *Atheta* sp; h. horizontal, *Creophilus erytrocephalus*; punteado, *Atheta obscuripennis*; cuadriculado, *Lepidophalus pseudoelongatus*; blanco, *Anotylus chilensis*.

el que es acompañado por una especie de *Nycterinus*, es irregular y se distribuye en todo el período de estudio (Fig. 10). Aparentemente su existencia está relacionada con restos secos de los cadáveres, actuando como saprófagos (Smith, 1986).

En este ensayo, no aparecen Dermestidae ni Histeridae adultos (salvo un ejemplar de cada uno, *Dermestes maculatus* Degeer y *Euspilotus bisignathus* (Er.) respectivamente), lo que estaría acorde con la corta fase seca y las condiciones ambientales de humedad en que se desarrolla la descomposición. La presencia de algunas larvas de Dermestidae en las fases finales del proceso confirma lo expuesto (Cuadros 5 y 6).

El resto de las familias presentes lo están por uno o dos ejemplares. Lathridiiidae (*Melanophtalma*?) estaría relacionado con la presencia de hongos en el cadáver. Otras familias representadas son: Languridae (*Loberus* sp, asociada a hongos), Anthicidae (*Anthicus* sp, aparentemente introducida, género también citado por Fuller, 1934), Anobiidae (citado en casos de momificación junto a Ptinidae, Dermestidae, etc (Smith, 1986), Anisotomidae (*Nemadiopsis fastidiosus* Jean. y *Metahydnobius* sp., familia de cita regular pero con escasa participación numérica), Scarabaeidae (*Liogenys palpalis* (Esch.)). Todas con uno o dos ejemplares, y todas reportadas por uno o más autores (Payne y King, 1970, Easton y Smith, 1970, etc.).

La presencia de Coccinellidae (*Eriopis connexa* Ger.), especialmente de sus larvas (Cuadros 5 y 6), sólo puede pensarse como acción de predación sobre mesofauna asociada a la descomposición.

I.3. Resto de la fauna: La restante fauna concomitante compromete a los siguientes grupos: Lumbricidae, Himenoptera (Formicidae y otros), Araneae, Collembola, Acari, Heteroptera (predadores), Homoptera (accidental), Myriapoda (predadores, accidental) y larvas de Lepidoptera (Cuadro 7). Si bien este material biológico no está cuantificado con precisión, por la naturaleza misma de la extracción, permite visualizar su participación relativa en el proceso y compararla con los otros ensayos. Ello es especialmente válido para Collembola, Acari y Formicidae. Los primeros son bastante abundantes en cadáveres en las primeras fases de descomposición mientras aún hay ciertos grados de humedad en el cadáver. En cambio, Acari tiene presencia irregular en el espacio y en el tiempo.

Los formícidos son, en general, comedores oportunistas, yendo de predadores de huevos y larvas a saprófagos de carne y exudados del cadáver. Para Fuller (1934) no tienen mayor importancia en la descomposición, no así para Payne y Mason (1971) para quienes son activos comedores de carroña, sangre y piel húmeda. Opinión similar manifiestan Cornaby (1974), Utsumi (1958) y Müller (1975, en Smith, 1986).

CUADRO 6

DISTRIBUCION TEMPORAL Y POR ESTRATOS DE LAS LARVAS DE COLEOPTERA
I ENSAYO

Fecha	Días	Staphylinidae				Scarabaeidae				Coccinelidae				Resto			
1988		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6
15-08	5																
19-08	9																
23-08	13																
24-08	16						6										
29-08	19						1								1		
02-09	23		13	6													
06-09	27																
10-09	31		1														
15-09	36	2	5												1		
16-09	37	6	4	7	4						1				5		1
22-09	43			1											2	3	
23-09	44									3					2	9	2
30-09	51		1								1				1		
07-10	58			1							2						
10-10	61										2			22‡			
18-10	69										1				1		
25-10	77																
31-10	88							1	1		2				1		
10-11	92														1		
22-11	104	2				1											
06-12	117													38‡	1		
15-12	127														1		
24-12	138																

‡ Larvas y exuvias de Dermestidae

CUADRO 7

DISTRIBUCION DEL RESTO DEL MATERIAL BIOLOGICO PARA CADAVER Y PRIMEROS 6 cm DE PROFUNDIDAD
ENSAYO I

Fecha	Días	Formicidae				Acari				Collembola				Arenae				Lumbricidae			Heteroptera			Lepidopt. L		
1988		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	Cad	0-2	2-4	Cad	0-2	2-4
15-08	5	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19-08	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23-08	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
24-08	16	–	–	–	–	–	–	–	–	727	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	1	–	–
29-08	19	–	–	–	–	7	3	–	–	293	5	3	–	–	–	–	–	1	11	5	–	–	–	–	–	–
02-09	23	5	–	–	–	1	1	–	–	23	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
06-09	27	1	–	–	–	1	–	–	–	34	7	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–
10-09	31	128	–	1	–	–	–	3	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–	2	3	–	–	–	–	–	–
15-09	36	3	10	–	–	4	–	–	–	4	4	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	1	–	1	–	–
16-09	37	–	–	–	–	–	–	–	3	–	15	1	3	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
22-09	43	–	6	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23-09	44	6	–	–	–	1	3	–	4	15	3	1	5	1	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	1	–
30-09	51	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
07-10	58	–	3	–	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10-10	61	–	–	–	–	–	1	1	–	3	2	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
18-10	69	–	–	–	–	–	17	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25-10	77	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
31-10	82	–	–	–	–	–	3	–	–	1	–	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	8	–	–	3	–
10-11	92	–	1	–	–	2	2	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–
22-11	104	–	3	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	2	–	1	–	1	–
06-12	117	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	–	–	1‡	–
15-12	127	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1‡	–
24-12	138	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

‡ Pupas

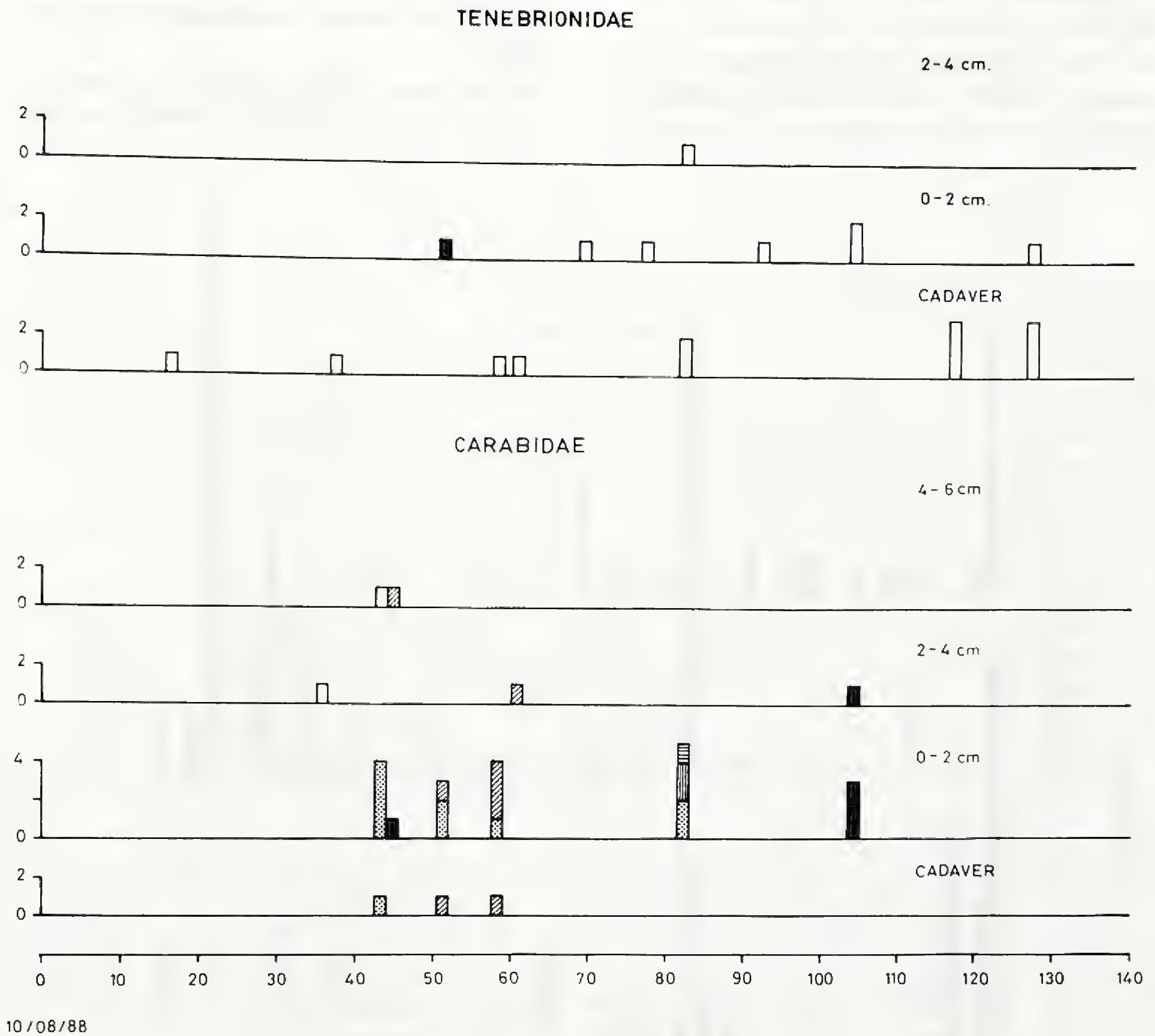


Fig. 10 Distribución temporal de Carabidae y Tenebrionidae (adultos) en cadáver y primeros 6 cm de suelo subyacente. I ensayo. CARABIDAE: punteado, *Pterostichus* sp a; hachurado oblicuo, *Trechisibus* sp; h. vertical *Pterostichus* sp c; h. horizontal, indet.; negro, *Pterostichus* sp b; blanco, *Crossonychus viridis*. TENEBRIONIDAE: blanco, *Blapstinus punctulatus;* negro, *Nycterinus* sp.

Finalmente, es interesante la presencia de Lumbricidae en directa relación con la zona de contacto del cadáver con el suelo.

II Ensayo:

Las condiciones climáticas en que se desarrolló este ensayo difieren de las del primero en cuanto a que se inició en período seco cálido y termina con temperaturas más bajas y precipitaciones abundantes. Ello provoca un proceso inicialmente más rápido en las primeras tres fases tanatológicas, comprometiendo a su vez a fauna diferente.

II.1. Diptera: El desarrollo de las larvas de dípteros es de tipo explosivo en los 3-4 días iniciales del ensayo, alcanzando valores de hasta 23.000 larvas por unidad cadáver, muy superiores

a los del primer ensayo, para luego decaer drásticamente con la pronta llegada de la fase seca. (Figs. 11 y 12).

Nuevamente la familia Calliphoridae es predominante, con más de! 90o/o de las larvas colectadas. Pero, a diferencia del primer ensayo, es una especie de *Lucilia* la que concentra aproximadamente el 75o/o de los individuos de la familia. Su presencia como larva de tercer estado se prolonga hasta el día 34 en cadáver y hasta el día 60 a 0-2 cms de profundidad. El resto es aportado por la misma especie de *Sarconesia* anteriormente indicada, la que aparece puntualmente hacia el día 3 del ensayo.

Hecho relevante en este ensayo es la aparición, aunque en bajo porcentaje, de la familia Sarcopha-

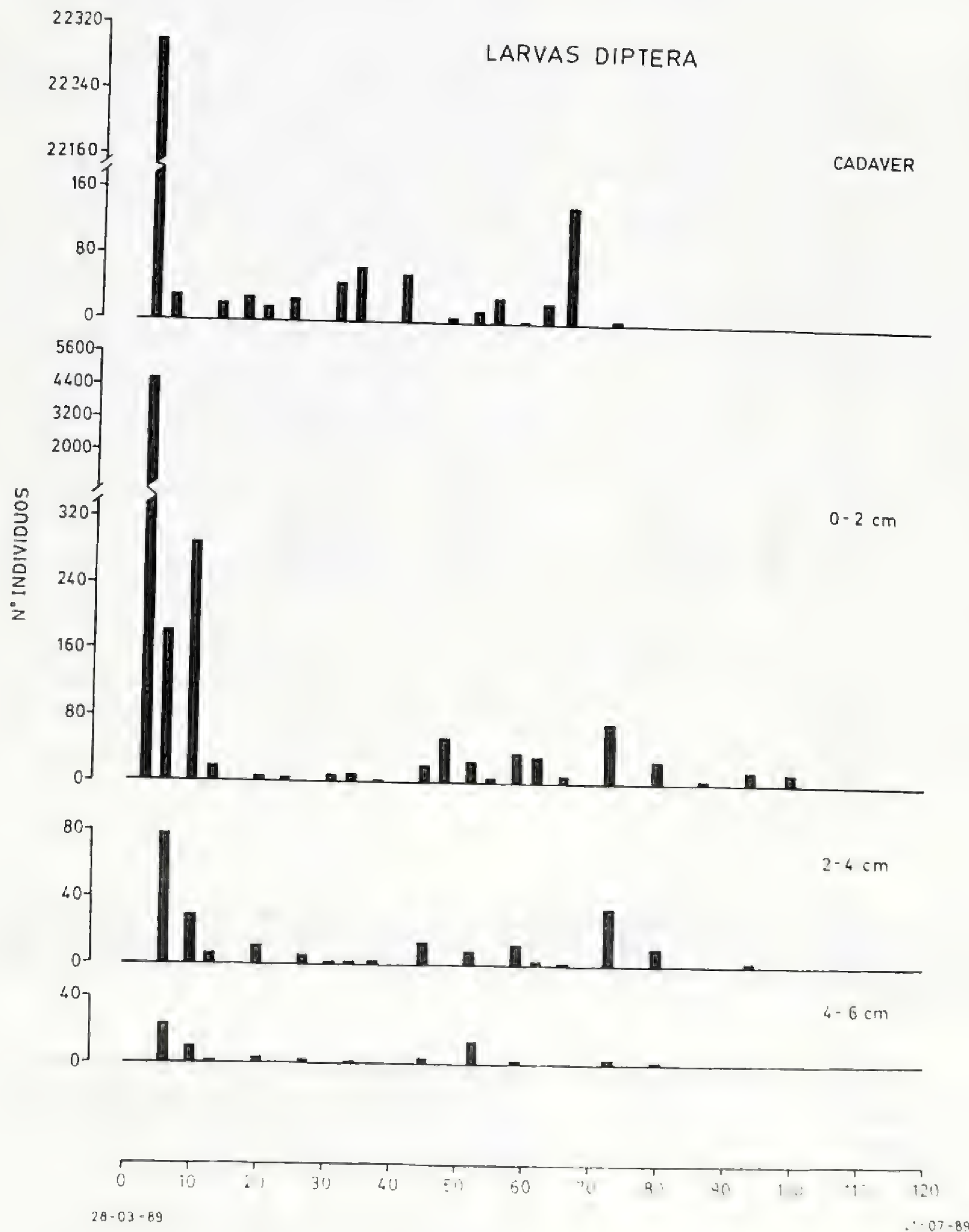


Fig. 11 Distribución temporal de larvas de Diptera en cadáver y 6 primeros cm de suelo, subyacente. II ensayo

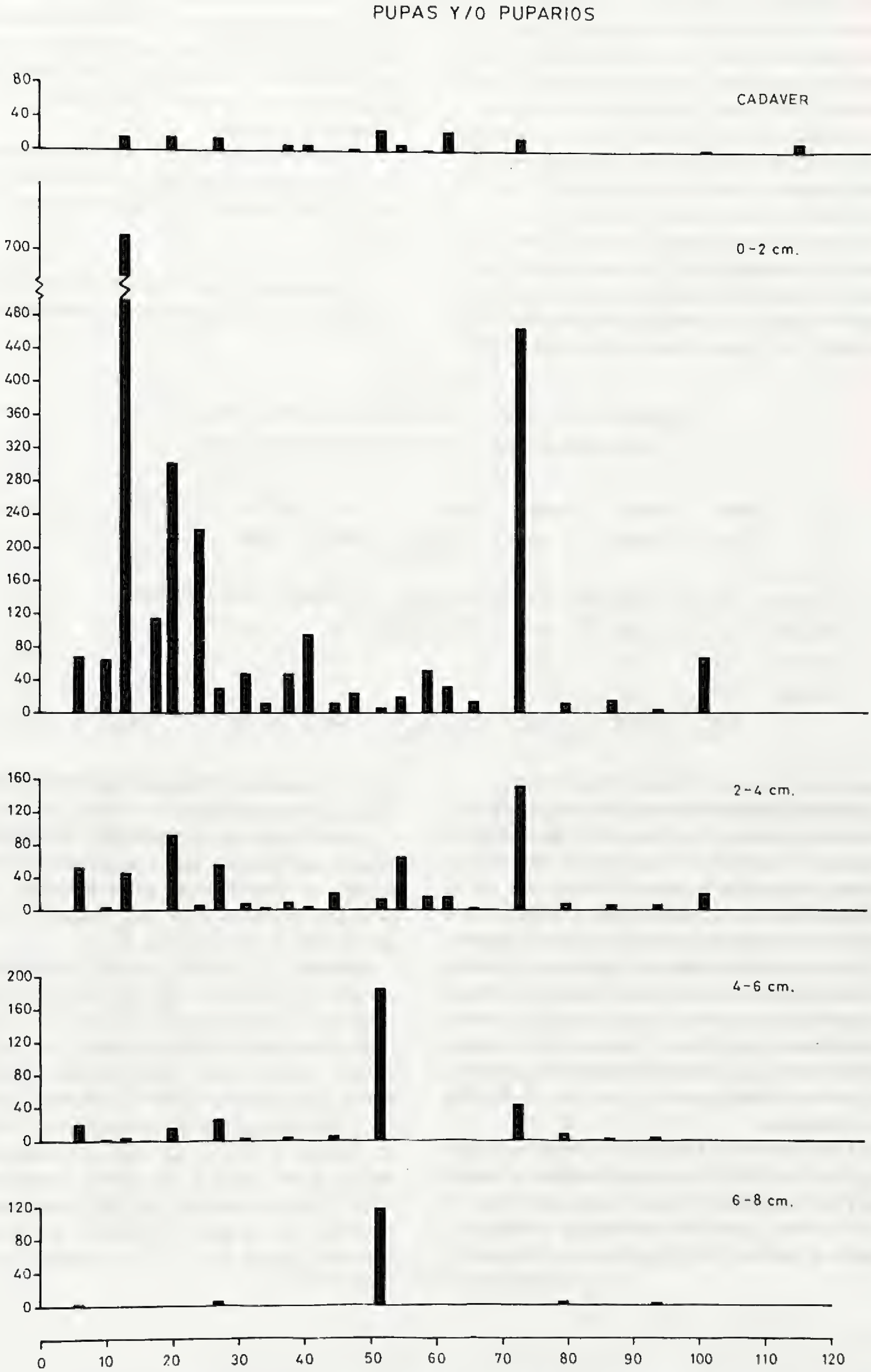


Fig. 12 Distribución temporal de pupas y/o puparios de Diptera en cadáver y 6 primeros cm. de suelo, subyacente. II ensayo.

gidae. Mediante dos especies de ***Sarcophaga***, género larvíparo y necrófago. La presencia de estas especies es poco significativa como larvas, no así como pupas, las cuales son abundantes. Ello podría explicarse por la condición de larvíparas y por su rápido paso a pupas.

Acompañan a las especies mencionadas, una especie de Anthomyiidae ya recolectada en el ensayo primero, y ***Fannia scalaris***, ambas en muy bajo número y hacia los 40-60 días de iniciada la descomposición.

La aparente inconsistencia entre la alta cantidad de larvas de Calliphoridae y su baja representación como pupas, a la inversa de lo que ocurre en Sarcophagidae, tendría su explicación, además de distintas presiones de predación y de parasitoidismo, en diferentes hábitos migratorios previos a la pupación. En ***Lucilia*** predominarían los horizontales, mientras en ***Sarcophaga*** los verticales. Prueba de ello es la casi ausencia de pupas de estas últimas en los exteriores de la caja, mientras son abundantes las de ***Lucilia*** y Calliphoridae en general (Observación personal).

La pupación puede ser favorecida por la manipulación de la tierra de las cajas de experimentación, la que no tuvo oportunidad de ser homogenizada por la lluvia (Fig. 4).

II.2. Coleoptera: La coleopterofauna participante en este ensayo difiere fundamentalmente de la del primero, tanto en adultos como en larvas (Cuadros 8 y 9).

CUADRO 8

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE COLEOPTEROS ADULTOS POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD. II ENSAYO (N = 174)

	Histeridae	Staphylinidae	Trogidae	Dermestidae	Carabidae	Tenebrionidae	Resto	Total
Cadáveres	3.4	1.7	1.7	9.7	.6	1.1	1.7	19.9
0-2 cms	15.5	16.6	20.7	2.9	3.4	2.9	1.7	63.7
2-4 cms	1.1	3.4	7.5		.6			12.6
4-6 cms	1.7	1.1	.6					3.4
	21.7	22.8	30.5	12.6	4.6	4.0	3.4	99.6

En efecto, decrece drásticamente la importancia relativa de Staphylinidae, cuya presencia es limitada por la velocidad de desarrollo de las larvas de dípteros y la mínima permanencia de éstas en el tiempo (Fig. 13). Su presencia está concentrada a 02 cms. de profundidad y desfasada de la máxima presencia de larvas de dípteros.

Ello sería explicable por el corto período de presencia de dichas larvas al inicio del ensayo, a la causa del rápido desecamiento del cadáver, lo que a su vez presiona su profundización para pupar. ***Aleochara lata y Atheta obscuripennis*** siguen siendo las especies más importantes, acompañadas ocasionalmente por Creophilus erytrocephalus.

La participación de Carabidae es mínima e irregular (Fig. 13 y Cuadro 8), con especies de los géneros ***Trechisibus*** (1), ***Pterostichus*** (2) y por ***Crossonychus viridis***.

En cambio, adquieren importancia relativa muy grande las familias Histeridae ***(Euspilotus bisignathus)*** (Er.)), Dermestidae ***(Dermestes maculatus*** Degeer) y Trogidae ***(Omorgus bullatus*** Curt) (Figs. 13 y 14).

El hecho de alcanzarse rápidamente la fase seca entrega un sustrato muy apto a la actividad de larvas y adultos de Dermestidae, particularmente en los cadávares, actuando sobre piel, huesos y tendones (Smith 1986) (Cuadro 10 y Fig. 14).

Histeridae, en cambio, reparte la actividad de sus adultos y larvas en los diferentes estratos hasta 20 cms. de profundidad (Cuadro 10 y Fig. 1). Según Payne King (1970), Holdaway (1930, en Smith 1986) y Fuller (1934), tanto adultos como larvas comen exclusivamente larvas de dípteros, Nuorteva (1970) agrega que predan además sobre los huevos de Diptera y cita a especies de ***Saprinus*** predando sobre dípteros del género ***Calliphora***. Al revisar nuestro material pudimos comprobar la predación de pupas de dípteros por larvas de Histeridae. Según Hinton (1945) también predarían.

CUADRO 9

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS LARVAS DE COLEOPTEROS POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD II ENSAYO (N= 976)

	Histe-ridae	Trogi-dae	Dermes-tidae	Resto	Total
Cadáveres	5.4	–	67.7	–	73.1
0 - 2 cm	7.4	.9	2.2	.4	10.9
2 - 4 cm.	7.1	1.8	.1	–	9.0
4 - 6 cm.	5.9	1.0	–	–	6.9
	25.8	3.7	70.0	.4	99.9

CUADRO 10

DISTRIBUCION TEMPORAL Y POR ESTRATOS DE LAS LARVAS DE COLEOPTERA ENSAYO II

Fecha	Días	Histeridae				Trogidae				Dermestidae			Resto
1989		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	0-2
31-03	3												
03-04	6												
07-04	10												
10-04	13		2	4									
14-04	17		8										
17-04	20		24	18	7					1			
21-04	24		2	1									
24-04	27				3					31	2		
28-04	31		2	2	1					13	3		
01-05	34												
05-05	38	2		1						151		1	
08-05	41		2	1									
12-05	45		1	3	9								
15-05	48		9							13			
19-05	52	51	1	6	15								
22-05	55		1	2									
26-05	59		3	4	3			1					
29-05	62		14	6	3		1			7			
02-06	66						1			25			
09-06	73			13	7		1	5					2
16-06	80			2	4			4	3				
23-06	87		1	3			1	5	2	90	16		
30-06	94		2	1	6		5	3	4				1
07-07	101			2					1				1
21-07	115									330			

En Resto una larva de Staphylinidae (día 101).

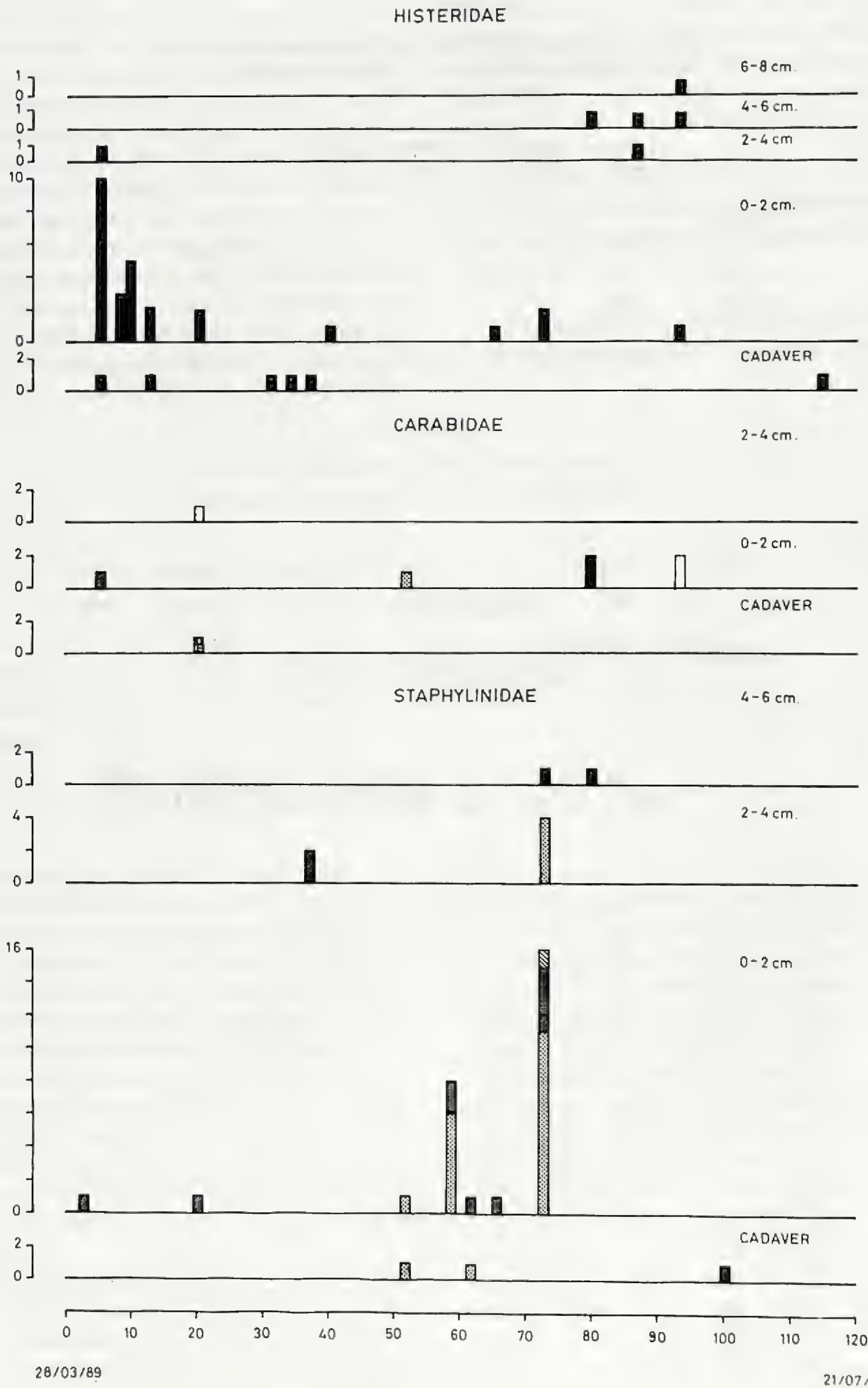


Fig. 13 Distribución temporal de Staphylinidae, Carabidae e Histeridae (adultos) en cadáver y 6 primeros cm de suelo subyacente. II ensayo. STAPHYLINIDAE: punteado, *Atheta obscuripennis*; hachurado horizontal, *Atheta* sp; h. oblicuo izquierda, *Creophilus ervtrocephalus*; h. oblicuo derecha, *Aleochara lata*; negro, *Lepidophallus pseudoelongatus*. CARABIDAE: hachurado vertical, *Agonum* sp; h. oblicuo, *Pterostichus* sp a; punteado, *Pterostichus* sp c; negro, *Trechisibus* sp; blanco, *Crossonychus viridis*. HISTERIDAE: *Euspilotus bisignathus*.

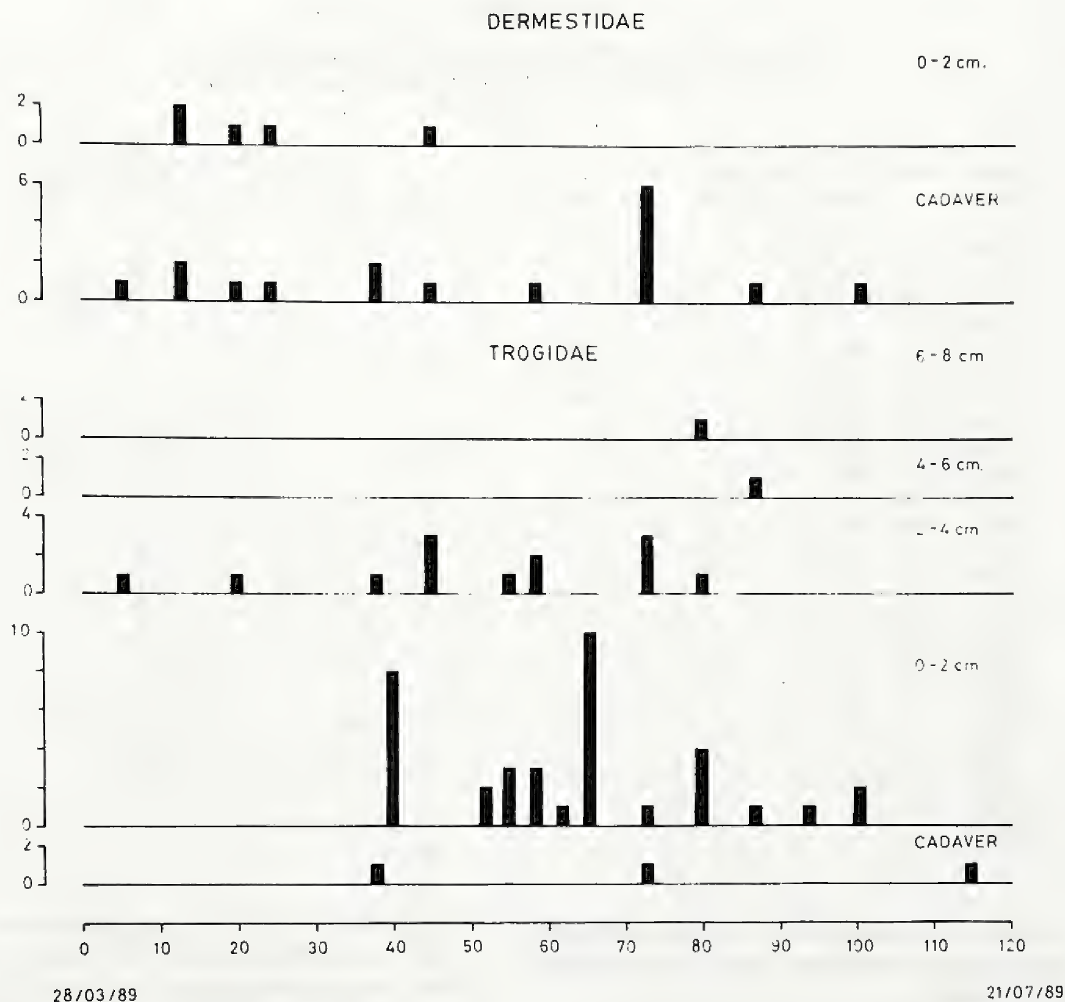


Fig. 14 Distribución temporal de adultos de las familias TROGIDAE *(Omorgus bullatus)* y DERMESTIDAE *(Dermester maculatus)* en cadáver y primeros 6 cm de suelo subyacente. II. ensayo.

sobre larvas de Dermestidae (Cuadro 10 y Fig. 13). Dicha familia está presente en todo el proceso de descomposición y la pupación ocurre en los primeros centímetros del suelo (Cuadro 11).

CUADRO 11

PRESENCIA EN PROFUNDIDAD DE PUPAS DE HISTERIDAE
II ENSAYO

		Profundidad (cm)			
Fechas	**Días**	**Cadáver**	**0 - 2**	**2 - 4**	**4 - 6**
19 - 05 - 89	52				1
26 - 05 - 89	59		2	1	2
29 - 05 - 89	62		1		
02 - 06 - 89	66		1		
09 - 06 - 89	73			3	2
16 - 06 - 89	80				

La participación de la familia Trogidae, representada por una sola especie (*O. bullatus*), tanto en su condición de adultos como de larvas, se centra en la fase final del proceso, en plena fase seca (Cuadro 10 y Fig. 13). Son insectos queratinófagos (Payne y King, 1970; Reed, 1958).

Tenebrionidae está escasa y solamente representado por *Blapstinus punctulatus*, especialmente a 0 - 2 cms (Cuadro 8).

Otras familias presentes por uno o dos ejemplares som: Scarabaeidae (*Liogenys palpalis*), Anthicidae (la misma especie del ensayo anterior), Anisotomidae (*Nemadiopsis fastidiosus*) y Cleridae *(Arthrobrachus* sp).

II.3. Resto de fauna. Dentro del resto de la fauna concomitante a la descomposición de los cadáveres, destaca la gran abundancia de Formicidae (Cuadro 12), participando en la descomposición de restos fibrosos fundamentalmente.

CUADRO 12

DISTRIBUCION DEL RESTO DEL MATERIAL BIOLOGICO
EN CADAVERES Y PRIMEROS 6 cm DE PROFUNDIDAD
ENSAYO II

Fecha	Días	Formicidae				Acari				Collembola				Araneae		Lepid. lar	
1989		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	0-2	2-4	Cad	0-2
31-03	3	7	53														1
03-04	6	229	40														
07-04	10		28		23				11						1		
10-04	13		3				6			1							
24-04	17	260					1										
17-04	20	22					3										
21-04	24	53					19										
14-04	27	292					2										
28-04	31	354															
01-05	34	380															
05-05	38	2	7		1												
08-05	41	106	1				1										
12-05	45	37	1		4												
15-05	48	31			11						1						
19-05	52				1				5								
22-05	55	21															
26-05	59		1											1			
29-05	62	3			1												
02-06	66	1				3					1						
09-06	73		5				7				28		1				1
16-06	80																
23-06	87																
30-06	94																
07-07	101																
21-07	115					2				26							

Acari y Collembola están también representados con cierta abundancia, aunque bastante inferior al ensayo I.

No se detecta presencia de Lumbricidae, a causa de la aridez del sustrato. El resto de la fauna encontrada es de presencia prácticamente ocasional (Cuadro 12).

Representados por 1 o 2 ejemplares están los taxa Heteroptera (predadores), Myriapoda (Predadores) e Hymenoptera no Formicidae (predadores).

III Ensayo:

Este ensayo transcurre bajo las condiciones de mayor temperatura y en ausencia de lluvias, las que aceleran el proceso de deshidratación de los cadáveres. Ello influye en la composición de la fauna asociada a la descomposición de los mismos.

III.1. Diptera: Como consecuencia de tales condiciones ambientales, es muy baja la participación de los dípteros, reduciéndose su presencia como estados larvarios a los primeros 10 - 12 días (Fig. 15), fecha a partir de la cual el sustrato no es tróficamente apto para ellas, siendo reemplazadas por larvas de Coleoptera (fundamentalmente de Dermestidae e Histeridae) y por formícidos.

La reducción del número de larvas va asociada a una baja de la diversidad. En efecto, en este ensayo aparecen solo dos especies: un Calliphoridae (*Lucilia* sp) y un Sacrophagidae (*Sacrophaga* sp 1), siendo la primera de ellas predominante (más del 95o/o).

La pupación es bastante rápida y ocurre en profundidad, aparentemente favorecida por los espacios dejados en la tierra de las cajas de experimentación en su proceso de llenado y por la ausencia de lluvias que pudieran homogeneizarlas (Figs 4 y 16).

En cuanto a la relación larva/pupa encontrada en el suelo subyacente en las cajas de experimentación, se corroboran los resultados del ensayo anterior: alta densidad de larvas de Calliphoridae y baja cantidad de pupas, siendo inversa la relación para Sarcophagidae. La explicación es la misma anteriormente expuesta y en ese ensayo se comprobó visualmente la migración horizontal en superficie de las larvas de Calliphoridae.

III.2 Coleoptera: Este orden de insectos está representado principalmente por las familias Tenebrionidae, Histeridae, Dermestidae, Trogidae y Anthicidae (Cuadro 13). Otras familias representadas

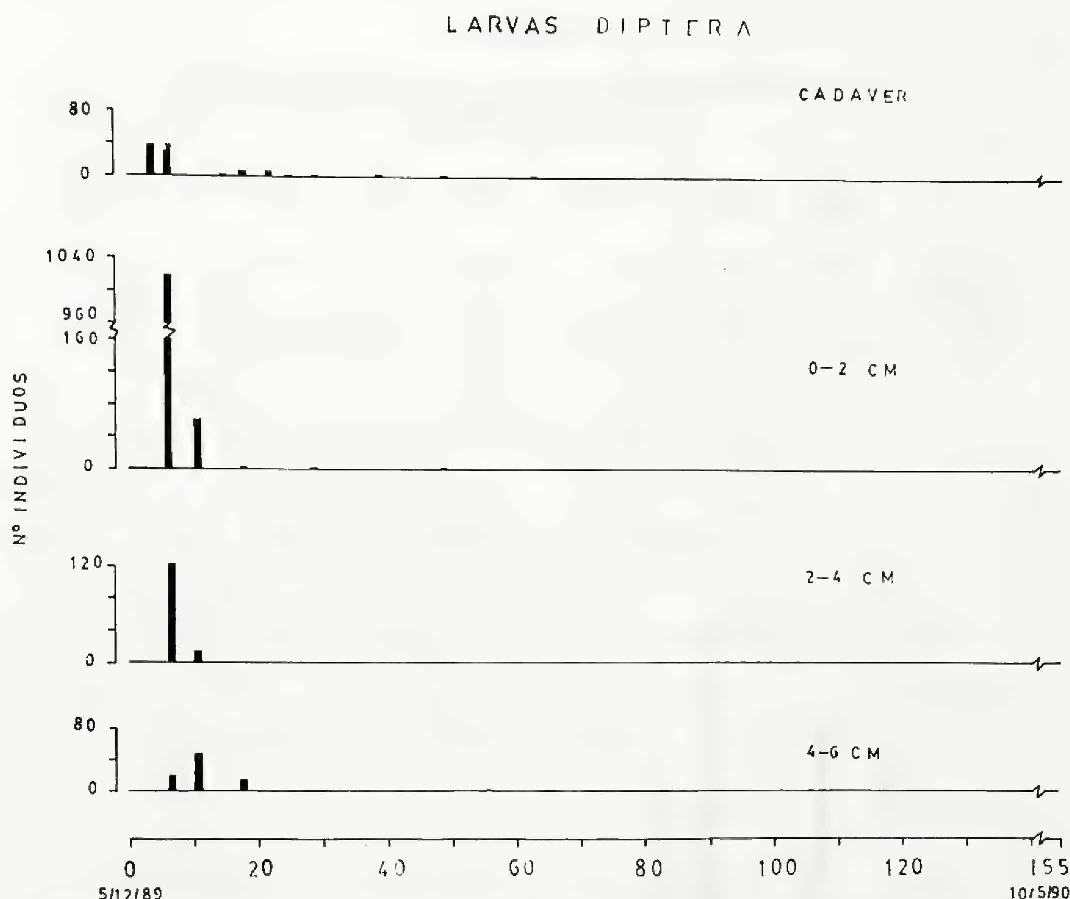


Fig. 15 Distribución temporal de las larvas de Diptera en cadáver y primeros 6 cm de suelo subyacente. III ensayo.

por un ejemplar son: Caribidae (*Trechisibus* sp), Staphylinidae (*Atheta obscuripennis*), Scarabaeidae (*Athlia rustica* Er.) y con dos ejemplares Nitidulidae (*Carpophilus* sp). Generalmente, los representantes de esta última familia se presentan en estados previos o iniciales a la participación de Dermestidae, ya que preferirían restos algo más hidratados (Payne y King, 1970). Estos autores citan la presencia de *Carpophilus* en carroña de cerdo.

La participación de Tenebrionidae es preponderante en este ensayo, correspondiendo aproximadamente al 57o/o de los coleópteros adultos colectados. La casi totalidad de los ejemplares corresponde a *Blapstinus punctulatus*, los que son acompañados por 4 ejemplares de *Nycterinus*, pertenecientes a especie diferente de la del Ensayo I. Su presencia está asociada en forma clara a las primeras etapas de la fase seca, profundizando incluso hasta 6 cm en la tierra subyacente (Cuadro 13 y Fig. 17).

En igual período, aproximadamente, se presenta *Euspilotus bisignathus* (Histeridae), mostrando mayor tendencia a ubicarse en el cadáver mismo. Es acompañada por otra especie de *Euspilotus* mediante un solo ejemplar (Fig. 17).

Los Dermestidae (*Dermestes maculatus*) se concentran en fases aún más tempranas del proceso de descomposición, al igual que Anthicidae, representado por la misma especie de los ensayos anteriores y muy probablemente introducida (Fig. 18).

Por su parte, la familia Trogidae (*O. bullatus*) está concentrada en las etapas finales de la fase seca (Fig. 18).

Los estados larvarios encontrados corresponden a las familias más importantes de adultos: Dermestidae (95o/o), Tenebrionidae, Histeridae y Trogidae (Cuadro 14).

CUADRO 13

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE COLEOPTEROS ADULTOS
POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD
III ENSAYO (N = 170)

	Trogi-gidae	Histe-ridae	Dermes-tidae	Tenebrio-nidae	Anthi-cidae	Resto	Total
Cadáveres	0.6	6.5	4.7	11.2	6.5	2.4	31.9
0 - 2 cm	5.9	3.0	3.0	24.1	3.0	–	39.0
2 - 4 cm	–	0.6	1.2	15.3	0.6	–	17.7
4 - 6 cm	–	2.4	0.6	6.5	1.2	0.6	11.3
	6.5	12.5	9.5	57.1	11.3	3.0	99.9

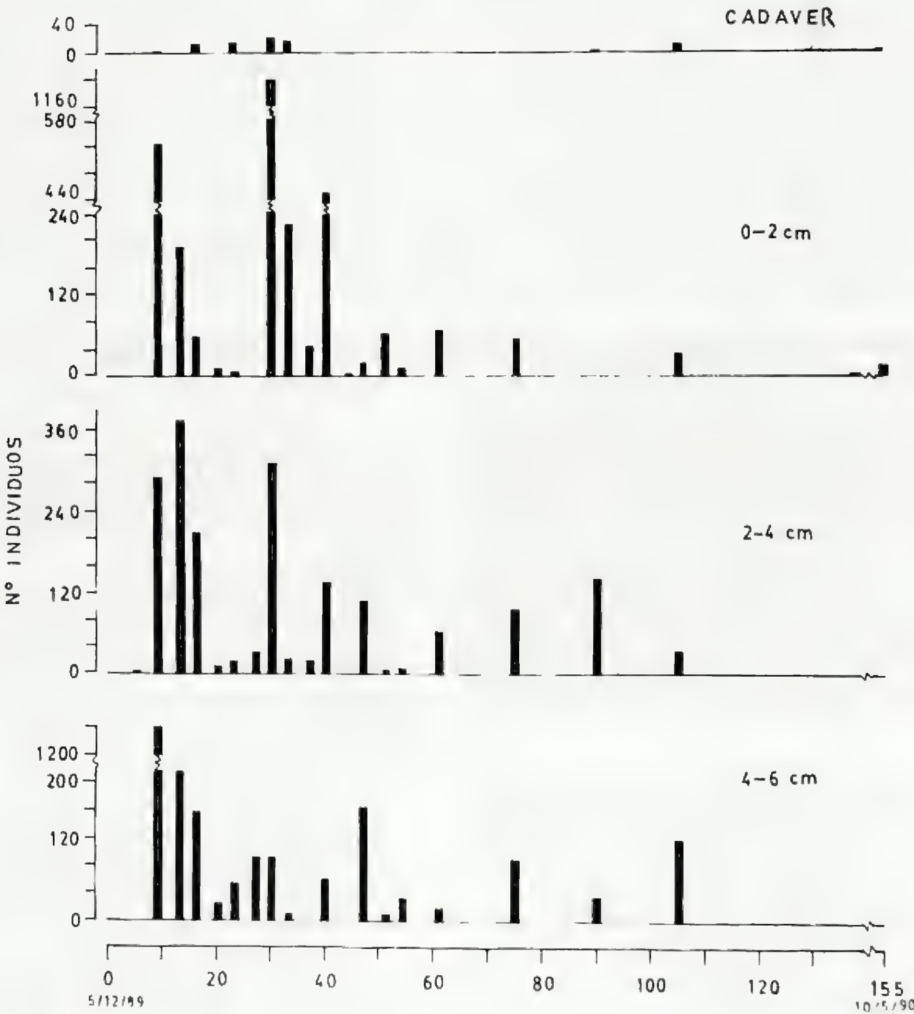


Fig. 16 Distribución temporal de pupas y/o puparios de Diptera en cadáver y primeros 6 cm de suelo subyacente. III ensayo.

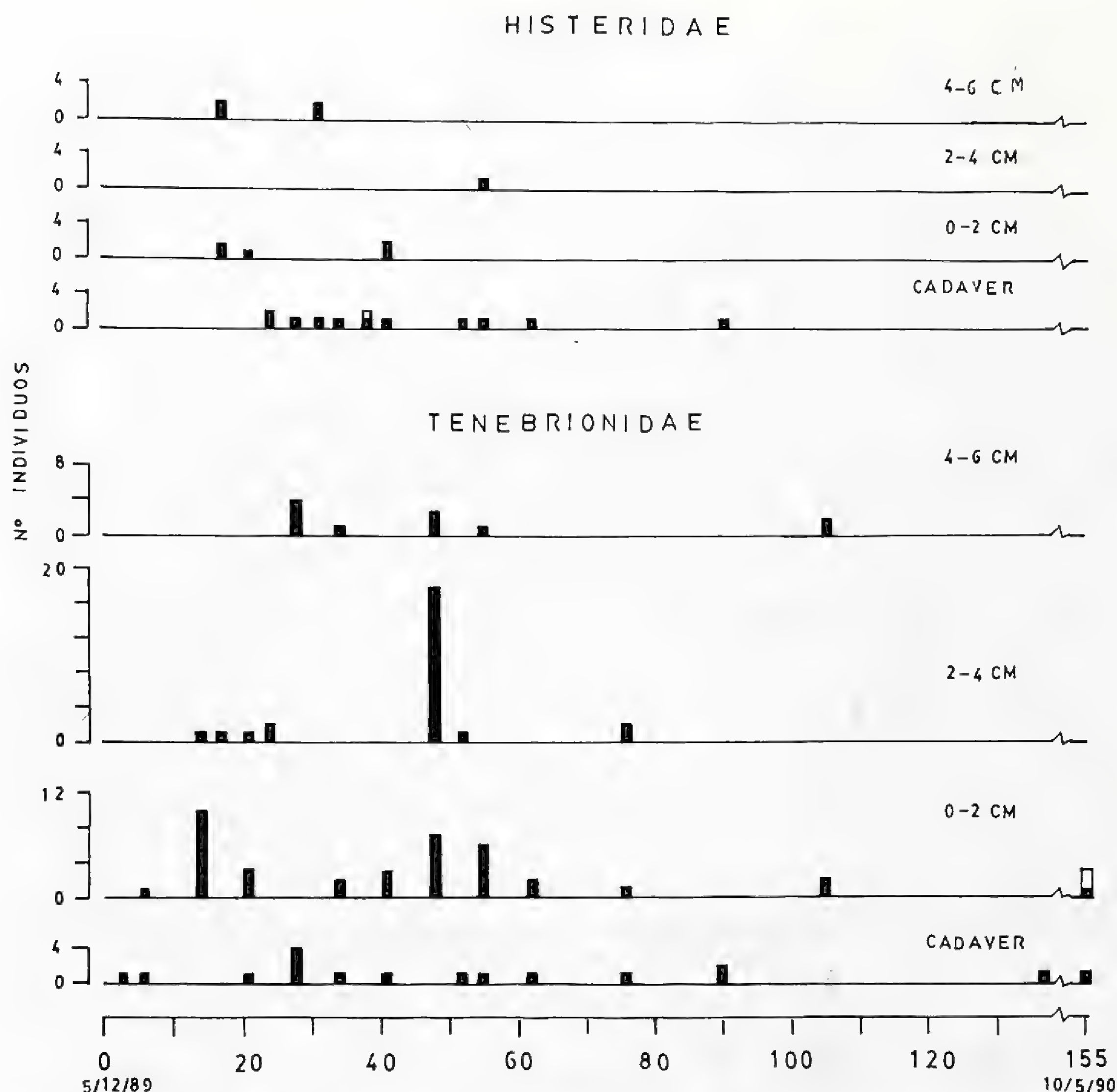


Fig. 17 Distribución temporal de los adultos de las familias TENEBRIONIDAE (*Blapstinus punculatus*, negro; *Nycterinus* sp, blanco) y de HISTERIDAE (*Euspilotus bisignathus*, negro; *Euspilothus* sp, blanco).

CUADRO 14

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS LARVAS DE COLEOPTEROS POR FAMILIA Y PROFUNDIDAD III ENSAYO (N= 1486)

	Dermes-Tidae	Tenbrio-nidae	Trogi-dae	Histe-rida:	Total
Cadáveres	73.7	0.13	–	–	73.83
0 - 2 cm	17.8	0.07	1.6	0.13	19.60
2 - 4 cm	1.9	–	–	0.7	2.60
4 - 6 cm	2.1	0.13	–	1.7	3.93
	95.5	0.33	1.6	2.53	99.96

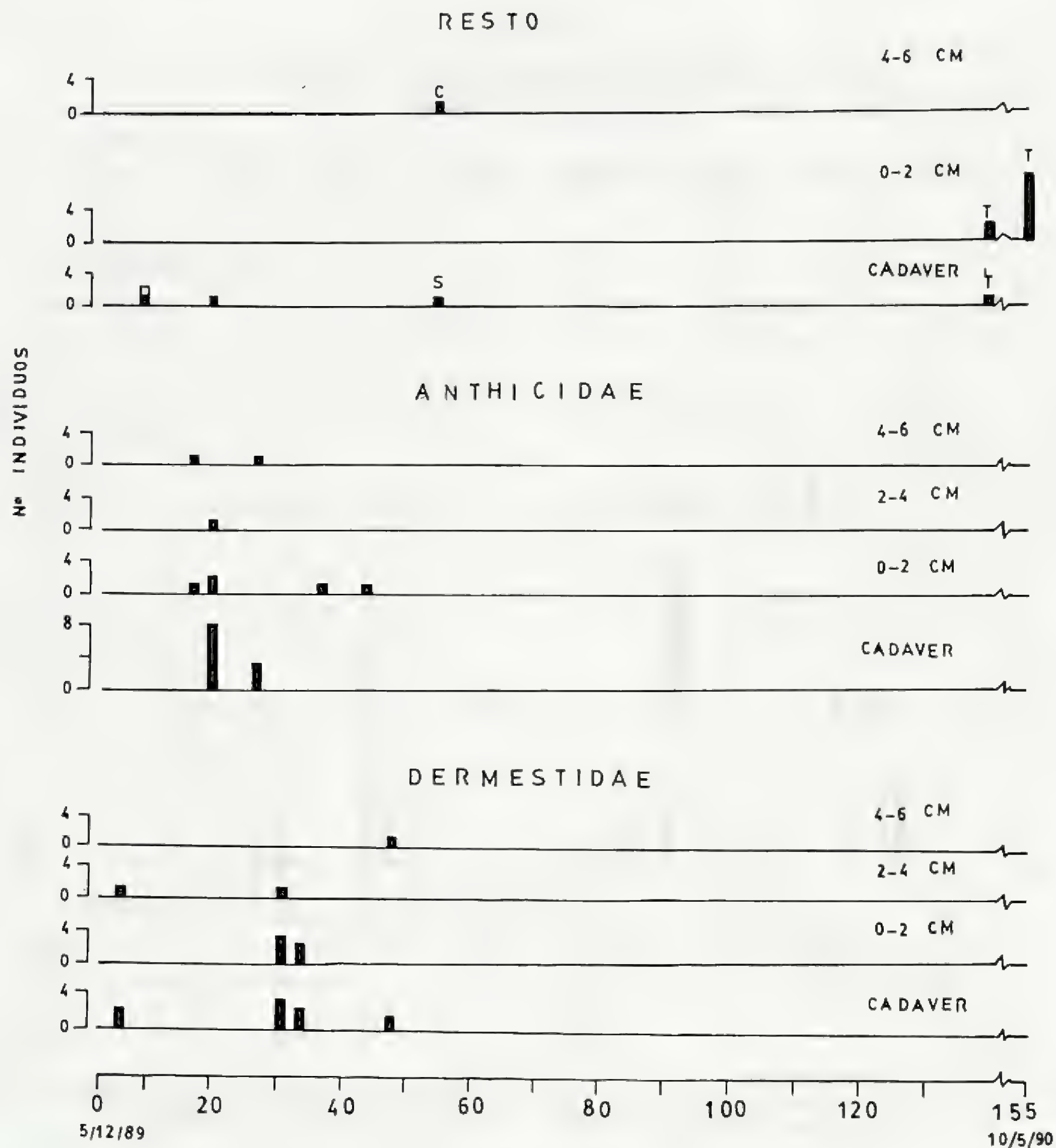


Fig. 18 Distribución temporal de adultos de las familias DERMESTIDAE (*Dermestes maculatus*), ANTICHIDAE (*Anthicus* ?) y RESTO: blanco, *Atheta obscuripennis* (Staphylinidae); negro, *Carpophilus* sp (Nitidulidae); negro C, *Trechisibus* sp (Caribidae); negro S, *Athalia rustica* Scarabidae) y negro T, *Omorgus bullatus* (Trogidae).

Su distribución temporal y por estratos está, en gran medida, asociada a la de los adultos (cuadro 15). Las larvas de Dermestidae predominantemente se desarrollan en cadáveres, mientras que las otras prefieren los primeros cms de suelo subyacente.

III.3. Resto de la fauna: El resto de la fauna está representado solamente por una gran cantidad de formícidos y escasos ejemplares de Heteroptera y de Araneae (Cuadro 16).

En este ensayo tampoco se detecta la presencia de Lumbricidae.

CUADRO 15

DISTRIBUCION TEMPORAL Y POR ESTRATOS DE LAS LARVAS DE COLEOPTERA III ENSAYO

Fecha 89/90	Días	Dermestidae				Tenebrionidae				Histeridae				Trogidae			
		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6
08-12	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11-12	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15-12	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–
19-12	14	26	5	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22-12	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	10	25	–	–	–	–
26-12	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
29-12	24	289	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
02-01	28	4	12	–	27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
05-01	31	438	217	24	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08-01	34	42	7	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12-01	38	105	13	3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15-01	41	37	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19-01	45	58	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22-01	48	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
26-01	52	1	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
29-01	55	35	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
05-02	62	5	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19-02	76	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
06-03	90	14	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21-03	105	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22-04	137	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10-05	155	39	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	24	–	–

CUADRO 16

DISTRIBUCION DEL RESTO DEL MATERIAL BIOLOGICO EN CADAVERES Y PRIMEROS 6 cm DE PROFUNDIDAD

ENSAYO III

Fecha 89/90	Días	Formicidae				Heteroptera				Araneae			
		Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6	Cad	0-2	2-4	4-6
08-12	3	6	41										
11-12	6	21	2			1							
15-12	10	344	51	54	22								
19-12	14	11				3	8						
22-12	17	10			3								
24-12	21												
29-12	24	65											
02-01	28												
05-01	31		2										
08-01	34	2											
12-01	38	2											
15-01	41	85									1		1
19-01	45	28			2								
22-01	48	33											
26 01	52	57	2	6	18								
29-01	55	19			1								
05-02	62	10			2								
19-02	76	23											
06-03	90												
21-03	105				2								
22-04	137	13								1			
10-05	155										1		

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados y de la discusión previamente realizada, puede concluirse que las condiciones ambientales en que se desarrolla el proceso de descomposición de un cadáver de conejo son determinantes tanto de su velocidad como de las características de sus fases tanatológicas. Igualmente, la composición de la comunidad faunística asociada al proceso difiere en gran proporción de acuerdo a las condiciones ambientales en que éste ocurre y a la naturaleza de la fauna existente en el medio.

Mediante el siguiente cuadro resumiremos los principales antecedentes que respaldan el planteamiento anterior. En él, los asteriscos representan rangos de porcentajes de participación de cada grupo zoológico dentro del bloque correspondiente, considerado para cada ensayo en particular (* = 0.1 - 5; **= 6 - 15; ***= 16 - 30; ****= 31 - 50; *****= 51 - 75 y ******= 76 - 100).

ENSAYOS

Variables	I	II	III
Fecha	10-08-88 / 26-12-88	28-03-89 / 21-07-89	05-12-89 / 10-05-90
Estación	Primavera	Otoño-Invierno	Verano-Otoño

TANATALOGIA (duración de fases)

Fresca	10 - 11 días	2 - 3 días	1 - 2 días
Enfisematosa	4 - 5 días	1 - 2 días	1 - 2 días
Licuefacta	7 - 8 días	3 - 4 días	1 - 2 días
Seca	desde día 23	desde día 8	desde día 4

RESTO DE LA FAUNA

Lumbricidae	*	–	–
Formicidae	**	******	******
Hymenoptera	*	*	–
Collembola	******	*	*
Acari	*	*	*
Araneae	*	*	*
Heteroptera	*	*	*
Homoptera	*	–	–
Myriapoda	*	*	–
Lepidoptera L.	*	*	–

FAUNA

Diptera

Presencia predominante de larvas en cadáver (duración)

Días	28 - 30	8 - 9	5 - 6
Importancia relativa entre especies de larvas			
Calliphora sp	******	–	–
Sarconesia sp	***	***	–
Lucilia sp	–	******	******
F. scalaris	**	*	–
Anthomyiidae 1	*	*	–
Anthomyiidae 2	*	–	–
Sarcophaga 1	–	*	*
Sarcophaga 2	–	*	–

Coleoptera

Adultos			
Staphylinidae	*****	***	*
Carabidae	***	*	*
Tenebrionidae	**	*	*****
Dermestidae	*	**	**
Histeridae	*	***	**
Trogidae	*	****	**
Lathridiidae	*	–	–
Anthicidae	*	*	**
Languridae	*	–	–
Anisotomidae	*	*	–
Anobiidae	*	–	–
Scarabaeidae	*	*	*
Coccinellidae	*	–	–
Cleridae	–	*	–
Nitidulidae	–	–	*

Larvas			
Staphylinidae	****	–	–
Scarabaeidae	**	–	–
Coccinellidae	**	–	–
Histeridae	–	***	*
Trogidae	–	*	*
Dermestidae	***	*****	******
Tenebrionidae	–	–	*
Resto	**	*	–

En condiciones básicamente de primavera (Ensayo I), destaca el mayor tiempo de permanencia del cadáver en condición húmeda, lo que favorece el desarrollo y persistencia de las larvas de Díptera, representadas fundamentalmente por Calliphoridae de los géneros *Calliphora* (predominante) y *Sarconesia* (segunda importancia) y en muy baja proporción por Fannidae y Anthomyiidae. A ellas acompaña una alta concentración de Staphylinidae (particularmente *Aleochara lata y Atheta obscuripennis*) y de Callembola.

En la medida que la descomposición ocurre en condiciones más secas, la participación de ambos grupos acompañantes decrece en forma muy brusca hasta casi no estar presente (Ensayo II y III).

En período de primavera la comunidad faunística que participa en el proceso es notoriamente más diversa tanto en especies como en taxa mayores, incluyendo diversas especies de Staphylinidae y de Carabidae así como organismos como Lumbricidae, larvas de Lepidoptera, Acari, etc.

Bajo condiciones de mayor aridez (Ensayos II y III) se ve incrementada la participación de Histeridae, Tenebrionidae, Dermestidae, Trogidae, Anthicidae y de Formicidae, ya que la descomposición del cadáver debe hacerse fundamentalmente sobre tejidos secos, en los cuales las larvas de dípteros tienen poco tiempo para actuar. Estas últimas siguen siendo representadas prioritariamente por Calliphoridae, pero mediante otro género, *Lucilia*, el que pasa a ser predominante.

A mayor aridez aún del medio, desaparece la participación de *Sarconesia*, se incrementa la importancia relativa de *Lucilia* y se intensifica la participación de representantes de la familia Sarcophagidae, la cual se hace presente ya en el ensayo II.

Al comparar la relación larva/pupa en cadáver y suelo subyacente de las cajas de experimentación, ésta es favorable a las primeras para Calliphoridae y a las segundas para Sarcophagidae. La explicación estaría en la diferente conducta migratoria de las larvas antes de pupar, predominantemente horizontal en Calliphoridae y vertical en Sarcophagidae, más una posible menor presión de predación sobre las últimas.

Este hecho significa que la participación de Sarcophagidae aparece mucho más importante analizada desde el punto de vista de las pupas colectadas, llegando, en condiciones de mayor aridez, a la inversión absoluta de la proporción en que se encuentran las larvas.

Si bien las comunidades faunísticas difieren entre un ensayo y otro, hay especies que se hacen presentes en los cadáveres en cualquier época del año. Entre ellas destaca el tenebriónido *Blapstinus punctulatus*, con presencia clara en todos los ensayos pero con concentración acentuada en verano. *Euspilotus bisignathus* (Histeridae), *Dermestes maculatus* (Dermestidae) y una especie, aparentemente introducida de Anthicidae, son más bien especies de verano-otoño, pero también participan precariamente en la descomposición de los cadáveres en las condiciones de primavera. *Omorgus bullatus* (Trogidae) está claramente asociado a la presencia de carroña seca, es decir a los períodos terminales de la fase seca de las descomposiciones en medio árido.

REFERENCIAS

ABELL, D., S. WASTI & G. HASTMANN. 1982. Saprophagous arthropod fauna associated with turtle carrion. App. Ent. Zool. *17*(3): 301 - 307

ALESSANDRINI, G. & N.SETTE. 1926. Contributo allo studio della fauna cadaverica e rapporto di essa con l'epoca della morte. Zacchia *5*: 88 - 103.

ALESSANDRINI, G. 1927. Sull'importanza degli insetti nella distruzione del cadaveri. Ann. Is. *37*: 497 - 514.

ALTAMURA, B.; F. INTRONA & V. DATTOLI. 1986. Definizione dell'epoca della morte mediante riproduzione sperimentale dei cicli biologici di ditteri cadaverici in armadio di crescita. XXXIX Congr. Naz. Soc. Italiana di Medina Legale e delle Assicurazioni: 25

ARNETT, R. 1973. The beetles of the United States. The Amer. Entom. Institute. 1112 pp.

BEAVER, R. 1973. The effects of larval competition of puparial size in *Sarcophaga* spp. (Dipt., Sarcophagidae) breeding in dead snails. J. Entomol. Ser. A Gen. Entomol. 48(1): 1 - 9.

BEAVER, R. 1986. Biological studies of muscoid filies (Dipt.) breeding in mollusc carrion in Southeast Asia. Jpn. J. Sanit. Zool. *37*(3): 205 - 211.

BELLUSSI, A. 1933. Considerazioni tanatologiche e indagini entomologiche dirette all'Accertamento dell'epoca della morte di quatro persone decedute nel deserto. Zacchia *11* y *12*: 59 - 74.

BIANCHINI, G. 1930. La biologia del cadavere. Archivic Antropologia Criminale, Psichiatria e Medicina Legale, *50*: 1035-1105.

BIONDI, C. 1902. Contributo allo studio della fauna cadaverica. Lo Sperimentale *56*: 53 - 67.

BORNEMISSZA, G. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. Australian J. Zool., *5*: 1 - 12.

BÖVING, A & F. CRAIGHEAD. 1930. An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera. Entomologica Americana. 11 (n.s.) (1): 1 - 351

CHAPMAN, R. & J SANKEY. 1955. The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. durn. Animal Ecology, *24*: 395 - 402.

COIFFAIT, H. & F. SAIZ. 1964. Les Xantholininae du Chili. (Col. Staph.). Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, France, *99* (3-4) : 510 - 524.

COIFFAIT, H & F. SAIZ. 1967. Aleocharidae du Chili. I. Tribus Oligotini, Myllaenini, Bolitocharini. (Col. Staph.). Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, France, *103* (1-2): 51 - 98.

COIFFAIT, H & F. SAIZ. 1968. Les Staphylinidae (sensu lato) du Chili. Biol. Amér. Australe, *4*: 339 - 468.

CORNABY, B. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. Biotropica *6* (1): 51 - 63.

CORNABY, B. 1977. Saprophagous organisms and problems in applied resource partitioning, In the role of orthropods in Forest ecosystems, W. Mattson ed: 96 - 100.

COVARRUBIAS, R.; W. ORELLANA & J. VALDERRAS. 1982. Sucesión de microartrópodos en la colonización de fecas de bovino. Rev. Ecol. Sol. *19* (3): 363 - 381.

CROWSON, R. 1981. The biology of the coleoptera. xii + 802 pp., Academic Press, London, N. York & C.

DENNO, R. & W. COTHRAN, 1975. Niche relationships of a guild of necrophagous flies. Ann. Entomol. Soc. of America, *68*: 741 - 754.

DENNO, R. & W. COTHRAN, 1976. Competitive interactions and ecological strategies of sarcophagid and calliphorid flies inhabiting rabbit carrion. Ann. Entomol. Soc. Am. *69* (1): 109 - 114.

DREA, J. 1966. Studies of *Aleochara tristis* (Col. Staphyl.), a natura enemy of the face fly. J. Econ. Entomol. *59*: 1368-1373.

EASTON, A. 1966. The coleoptera of a dead fox (*Vulpes vulpes* (L)); including two species new to Britain. Entomologist's Mont. Magazine, *102*: 225 - 210.

EASTON, A. & K. SMITH. 1970. The entomology of the cadaver. Medicine, Science and the Law, *10*: 228 - 215.

ELTON, C. 1966. The patterns of animal communities. 432 pp. Methuen, London; Wiley, N.Y.

FULLER, M. 1932. The larvae of the australian sheep blowflies. Proc. Linn. Soc. NSW, *57*: 77 - 91.

FULLER, M. 1934. The insect inhabitants of carrion: a study in animal ecology. Council for Sciencific and industrial Research, Australia Bull. *82*: 1 - 62.

GOFF, M. & C. ODOM. 1987. Forensic entomology in the Hawaiian Islands. Three case studies. Amer. J. of Forensic Medicine and Pathology, *8* (1): 45 - 50.

GOFF, M.; A. OMORI & K. GUNATILAKE. 1988. Estimation of postmortem interval by arthropods succesion. Three case studies from the Hawaiian Islands. Ame. J. of Forensic Medicine and Pathology, *9*(3) :220 - 225.

GREENBERG, B. & M. SZYSKA. 1984. Immature stages and biology of fifteen species of peruvian Calliphoridae (Diptera). Ann. of the Soc. of America, *77* (5): 488 - 517.

HANSKI, I. y S. KUUSELA. 1977. An experiment on competition and diversity in the carrion filies community. Ann. Entomologici Fennici *43*: 108 - 115.

HANSKI, I. & S. KUUSELA. 1977. An experiment on competition and diversity in the carrion flies community. Ann. Entomologici Fennici *43:* 108 - 115.

HANSKI, I. & S. KUUSELA. 1980. The structure of carrion flies comminities differences in breeding seasons. Ann. Zool. Fennici *17:* 185 - 190.

JIRON, L. & V. CARTIN. 1981. Insect succession in the descomposition of a mammal in Costa Rica. N.Y. Entom. Soc. *89* (3): 158 - 165.

JOHNSON, M. 1975. Seasonal and microseral variations in the insect populations on carrion. Am. Midl. Nat. *93* (1): 79 - 90.

KAUFMANN, R. 1937. Investigation on beetles associated with carrion in Pannal Ash, near Harrogate. Entomologist's Montly Magazine, *73*: 78 - 81, 227 - 233, 268 - 272.

KAUFMANN, R. 1941. British carrion beetles. Naturalist, Hull *788*: 63 - 72; *790*: 115 - 124; *791*: 133 - 138; *792*: 149-156.

KEH, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. Ann. Rev. of Entomolgy, *30:* 137 - 154.

KESSLER, H. & E. BALSBAUG. 1972. Parasites and predators of the face fly in east-central South Dakota. J. Econ. Ent. *65:* 1636 - 1638.

KLIMASZEWSKI, J. & R. BLUME. 1986. New host records for *Aleochara verna* Say and *Aleochara notula* Erich. (Col., Staph., Aleocharinae). Coleopt. Bull. *40* (1): 32.

KUUSELA, S. 1983. Community structure of carrion flies along an Island gradient. Holarct. Ecology *6*: 372 - 380.

KUUSELA, S. & I. HANSKI. 1982. The Structure of carrion fly communities: the size and tipe of carrion. Holarct. Ecol. *5*: 337 - 348.

LECLERCQ, M. 1974. Entomologie et médicine légale. Etude des insects et acariens nécrophages pour déterminer la date de la mort. Spectrum *17* (6): 1 - 7.

LECLERCQ, M. 1978. Entomologie et Médicine Légale. Datation de la mort. Coll. Médicine Légale et de Toxicologie médicale. *108*, 100 pp. Masson ed., París.

LECLERCQ, M. 1983. Entomologie et médicine légale: datation de la mort. Observation inédite. Revue Médicale de Liège *38* (19): 735 - 738.

MACKERRAS, M. & M. FRENEY. 1933. Observations on the nutrition of maggots of australina blow-flies. J. Exp. Biol. *10*: 237 - 246.

Mc KINNERNEY, M. 1978. Carrion communities in the northern Chihuahuan desert. Southwest Nat. *23:* 563 - 576.

MEGNIN, P. 1894. La faune des cadavres. Application de l'Entomologie a la Médicine Légale. Encycl. Leaute. Paris, Masson et Cie edits., 214 pp.

MORLEY, C. 1907. Ten year's work among vertebrate carrion. Entomologist's Monthly Magazine, *43*: 45 - 51.

MORON, M. & TERROM. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la sierra norte de Hidalgo, México. Acta Zool. Mex. (ns), *3*: 1 - 47.

NABAGLO, L. 1973. Participation of invertebrates in decomposition of rodent carcases in forests ecosystems. Ekol, Pol. *21* (18): 251 - 270.

NUORTEVA, P. 1970. Histerids beetles as predators of blowflies (Dip., Calliphoridae) in Finland. Ann. Zool. Fenn., 7: 195 - 198.

NOURTEVA, P. 1974. Age determination of a blood stain in a decaying shirt by entomological means. Forensic Science *3*: 89 - 94.

NOURTEVA, P. 1977. Sarcosoprophagus insects as forensic indicators. En Tedeschi, C. W. Eckerk y L. Tedeschi Forensic Medicine, a study in trauma and Environmental hazards. Vol. II. Physical Trauma: 1072- 1095. Saunders.

NOURTEVA, P.; M. ISOKOSKI & LAHIO. 1974. Sutdies on the posibilities of using blowflies (Dipet., Calliphoridae) as medicolegal indicators in Finland. 2. Four cases where species identification was peformed from larvae. Ann. Ent. Fenn. *40* (2): 70 - 74.

PAYNE, J. & E. KING. 1970. Coleoptera associated with pig carrion. Entom. Monthl'Mag., *105:* 224 - 232.

PAYNE, J.; E. KING & G. BEINHART. 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. Nature *219:* 1180 - 1181.

PAYNE, J. & W. MASON. 1971. Hymenoptera associated with pig carrion. Proceed. of the Entom. Soc. 7 (3): 132 - 141.

PETERSON, A. 1979. Larvae of Insects. Part I y II. 310 y 416 pp. Edwards Brothers, Inc.

PUTMAN, R. 1978. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. Ecol. Entomol., *3*: 133 - 139.

PRINS, A. 1982. Morphological and biological notes on six south african blow - flies (Diptera, Calliphoridae) an their inmmature stages.. Ann. of the South African Museum, *90* (4): 201 - 217.

PUTMAN, R. 1983. Carrion and dung.: the decompoaition of animal wastes. Ed. Arnold (Publ.) Lmted. 62 pp.

REED, H. 1958. A study of dog carcase communities in Tennessee, with special reference to the insects. The Amer. Midland Natur.. *59:* 213 - 245.

REITER, C. & G. WOLLENECK. 1982. Bermenkung zur morphologie forenisischbedeutsamer Flieguenmaden. Zietsch, für Rechtsmedizen *89:* 197 - 206.

REITER, C. & G. WOLLENECK. 1983. On the determination of magg gots of forensically important blowflies. Zeitsch. für Rechtsmedizen *90* (4): 309 - 316.

RODRIGUEZ, W. & W. BASS. 1983. Insects activity and its relationships to decay rates of human cadavers in East Tennessee. J. For. Sc., *28* (2): 423 - 432.

RODRIGUEZ, W. & W. BASS. 1985. Decomposition of bueried bodies and methods that may aid in their location. J. For. Sc., *30* (3): 836 - 852.

SAIZ, F. 1970. Nuevas notas sobre los Xantholininae de Chile (Col. Staphyl.). Bol. Soc. Biol., Concepción, Chile, *40*: 381-395.

SAIZ, F. 1970. Philonthini y Staphylinini de Chile. (Col. Staphyl.) (II Contrib.). Bol. Mus. Hist. Nat., Santiago, Chile, *29*: 339 - 353.

SAIZ, F.; J. SOLERVICENS & P. OJEDA. 1989. Coleópteros del Parque Nacional La Campana y Chile Central. Ed. Univ. de Valparaíso. 124 pp.

SCHOENLY, K. 1983. Microclimate observations and diel activities of certain carrion arthopods in the Chihuahuan desert. J. N. Y. Entom. Soc. *91* (4): 342 - 347.

SMITH, K. 1975. The faunal succession of insect and other invertebrates on a dead fox. Entom. Gaz. *26*: 277 - 287.

SMITH, K. 1986. A manual of forensic entomology. The Trustees of the British Museum (Nat. Hist.), London, 205 pp.

SWIFT, M.; O. NEAL & J. ANDERSON. 1979. Decomposition in terrestial ecosystems. Blackw. Scient. Publ. 372 pp.

TISCHLER, W. 1976. Studies of the animal colonization on carrion in different strata of wooodland ecosystems. Pedobiologia *16* (2): 99 - 105.

TOSTI-CROCE, E. 1986. Analisi di una taxocenosi necrobionte. Univ. di Torino, Italia. Tesis doctoral, 112 pp.

TULLIS, K. & M. GOFF. 1987. Arthropods succession in exposed carrion in a tropical rainforest O'ahu Island Hawaii. J. med. Entomol. *24* (3): 332 - 339.

TURNER, E.; R. BURTON & R. GERHARDT. 1968. Natural parasitism of dung-breeding Diptera: a comparison between native hosts and an introduced host, the face fly. J. Econ. Entomol., *61:* 1012 - 1015.

UTSUMI, K. 1958. Studies on arthropods congregate to animal carcasses with regard to the estimation of postmortem interval. Ochaniomuzi Med. Ann. 7: 202 - 223.

VINCENT, C., D. McE KEVAN, M. LECLERCQ & C. MEEK. 1985. A bibliography of forensic entomology. Jour. Of Medical Entomology, *22:* 212 - 219.

WASTI, S. 1972. A study of the carrion of the common fowl, *Gallus domesticus* in relation to arthropod succession. J. Ga. Entomol. Soc. 7 (4): 221 - 229.

WERNER, F. 1974. A review of the chilean Anthicidae (Coleopt.). Rev. Chilena Ent., *8:* 27 - 34.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 75 – 80, 1989

CONTRIBUCION A LA SISTEMATICA DE *CAIMAN LATIROSTRIS* (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA, ALLIGATORIDAE)

MARCELO CREA*, JORGE MERLER** y RUBEN QUINTANA ***

ABSTRACT

As it doubted the existence of the two subspecies proposed by Freiberg an Cavalho for *Caiman latirostris* because of previous presented works, a comparative study of morphological characters was made to verify the real existence of those subspecies.

Due to the variation found in the analized characters, it is concluded that these must not be taken in account to stablish differences between them, considering valid only the species *Caiman latirostris* (Daudin, 1802).

INTRODUCCION

El orden Crocodylia está integrado actualmente en América del Sur, por los géneros *Caiman, Melanosuchus, Paleosuchus y Crocodylus*. La especie de alligatorido, *Caiman latirostris*, fue descrita por Daudin en 1802 como *Crocodylus latirostris*. La especie ha sido citada como: *Caiman latirostris* (Daudin) Gray, 1862. *Alligator latirostris* (Daudin) Strauch, 1866. *Jacare Latirostris* (Daudin) Gray, 1872.

Freiberg y Carvalho (1965) reconocieron dos subespecies que denominaron *Caiman latirostris latirostris y Caiman latirostris chachacoensis*. A partir de esa contribución, en estudios posteriores referidos a esta especie se cita a ambas subespecies (Vaz Ferreira y Achaval 1975, 1980). No obstante, tanto Medem (1983) como Federico Achaval (com. pers.) pusieron en duda la validez de éstas últimas.

El objetivo de este trabajo es determinar la validez taxonómica de las subespecies propuestas por Freiberg y Carvalho (1965), a través de un análisis comparado de caracteres morfológicos (osteología craneana y escutelación).

MATERIALES Y METODOS

Material examinado y criterios de mediciones de cráneos:

MACN 7021 ríos Lavallén y Bermejo, Jujuy, 1935. 7375, sin procedencia, 1939. 7830, (antes 1635), Esquina, Corrientes, 1942. 12.586, Campamento Yacu-Poí, Urugua-í, Misiones, 1949. 15.232, Manantiales, Corrientes, 1962. 30.565, 30.566, 30.567, 30.568, 30569, 30.570, 30.572, 30.610, 30.611, MCNAB 9. Pcia. de Corrientes. MPCNFA 8, Pto. de Santa Fe, Santa Fe, 1965. MER 539. Isla del río Paraná, Entre Ríos, 1926. 540, 541, Montecarlo, Misiones, 1925. 542, Isla frente a Paraná, Entre Ríos, 1934. MLP S/N, Pcia. de Corrientes. Zoo Bsas 1, sin procedencia. 2, Puesto Quebrachito, R. Lista, Formosa, 1985. Col. Pers. 1, Dpto. Santo Tomé, Corrientes, 1975. 2, Bella Vista, Corrientes, 1983. 3, Loreto, Corrientes, 1984. 4, Prov. de Santa Fe, 1985.

El material estudiado se encuentra en las siguientes colecciones:

MACN: Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.
MACN CABa: Museo Argentino de Ciencias Naturales, colección "Avelino Barrio", Buenos Aires.
MLP: Museo de Ciencias Naturales, La Plata, Bs. As.
MCNAB: Museo de Ciencias Naturales "Amado Bompland", Corrientes.
MER: Museo de Ciencias Naturales y Antropología, Paraná. Entre Ríos.
MPCNFA: Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe.
Zoo. Bs. As.: Jardín Zoológico de la ciudad de Buenos Aires.
IUCN: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
Col. Pers.: Colección personal.

Para las mediciones de los cráneos (Fig. 1) se siguió el criterio de Iordansky (1973), según el siguiente detalle:

Ancho craneal (AC): entre las superficies laterales de los cóndilos mandíbulares de los cuadrados.

Longitud craneal dorsal (LC): desde la punta del hocico hasta la mitad del margen posterior del techo del cráneo.

Longitud máxima de las fosas palatinas (LFP): longitud de las fosas palatinas en su parte más extensa, entre el pterigoides y el maxilar.

* Depto. Paleontología Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina
** GESER (Grupo de Estudios sobre Ecologia Regional), Fac. de Cs. Exac. y Nat., Pab. II, Dpto. de Biología, 4to. piso, lab. 57 Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina.

Ancho máximo de las fosas palatinas (AFP): ancho de las fosas palatinas en su parte más extensa, entre el ectopterigoides y el palatino.

Ancho del pterigoides (AP): ancho de la porción del pterigoides que participa en la formación de la fosa palatina.

Sutura pterigoides-ectopterigoides (SPE): recta o quebrada.

Forma de las fosas palatinas (FP): rómbica o subtriangular.

Indice de las fosas palatinas (IFP) (AFP/LFP) x 100.

Relación craneàl (RC): longitud craneal/ Ancho craneal.

Pieles:

MACN 239a, datos desconocidos. 879, Jujuy, 1931. 17.551, Estero El Perdido, Chaco, 1939. 30.790, Norte de Corrientes, 1973. 12.586, Campamento Yacu-Poí, Urugua-í, Misiones, 1949. S/N, 2 ejemplares.
MCNCABa 8,9, 10, 11, Yahape, Corrientes, 1967. S/N, 1 ejemplar.
MLP COO3, COO4, COO5, Provincia de Corrientes.

MPCNFA 4, 5, 10, 12 y 15 sin procedencias. 7, Rincón, Santa Fe, 1934. 11, Prov. de Santa Fe, 1941. S/N, 2 ejemplares.
MCNAB S/N, sin procedencia. S/N, Río Bermejo.
MER 522, Diamante, Entre Ríos, 1933. 524, Isla río Paraná, 1933. 525, Paraná, Entre Ríos. 527, Isla río Paraná. 1933. 528, Isla Castillo, Santa Fe, 1933. 530, Paraná, Entre Ríos, 1935. 536, Paraná, Entre Ríos, 1936.

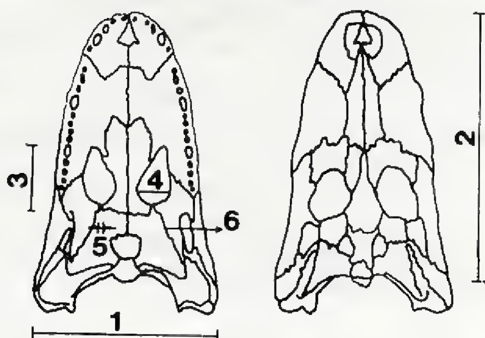


Fig. 1 Caracteres morfológicos del cráneo de *C. latirostris* 1: ancho craneal; 2: longitud craneal; 3: longitud fosa palatina; 4: ancho fosa palatina; 5: ancho pteriogoides; 6: sutura pterigo-ectopterigoides

En las mediciones de pieles se siguió el método adoptado por Medem (1981, 1983), contando en cada ejemplar el número de filas de escamas ventrales transversales; estas se extienden desde la primera hilera situada directamente detrás de las extremidades anteriores hasta el borde anterior del orificio anal. (Fig. 2).

Se realizaron mediciones de animales vivos (libres) en: Resistencia, Chaco (3 ejemplares en 1985); estancia San Juan Poriahú, Depto. San Miguel, Corrientes (1 ejemplar en 1986); Zoológico de Roque Saenz Pena, Chaco (7 ejemplares en 1986 provenientes del paraje "La Mora", Chaco) y Zoológico de La Plata (2 ejemplares en 1985, sin procedencia conocida.

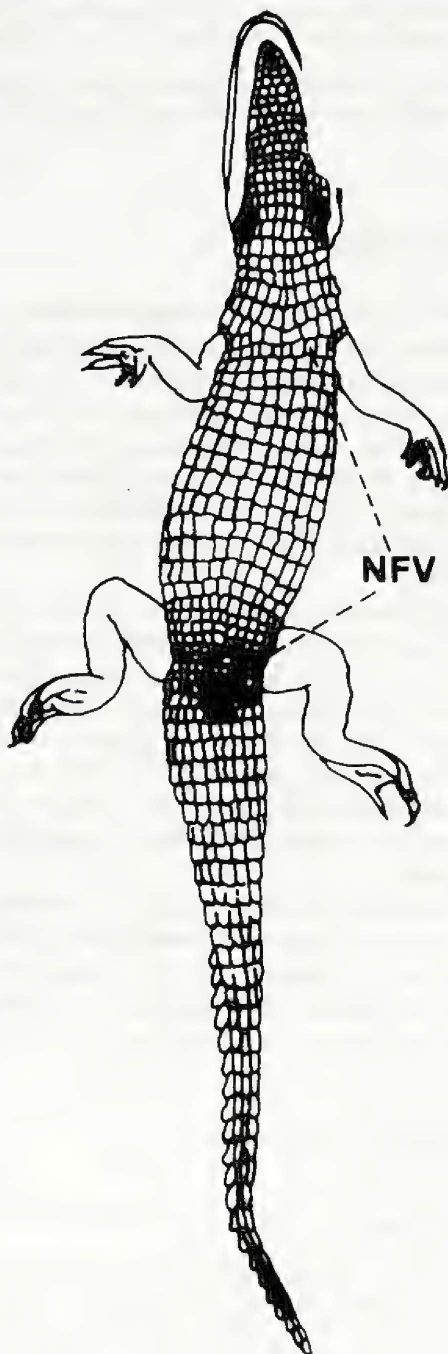


Fig. 2 Vista ventral de *C. latirostris*, señalando el número de filas de escamas ventrales transversales (NFV).

RESULTADOS Y DISCUSION

Freiberg y Carvalho (1965) al describir las subespecies, presentaron la siguiente clave para diferenciarlas:

"1. Fosa palatina alargada
Indice: (ancho/largo) x 100 = 50 a 58. Los pterigoides participan del borde posterior de la fosa palatina con un puente ancho. 22 a 24 filas de escamas ventrales posteriores.
Relación craneal (ancho/largo)= 1,4 a 1,5 . . . .
. . . . *C. latirostris latirostris* (Daudin).

2. Fosa palatina corta
Indice: (ancho/largo) x 100 = 61,2 a 66,9. Los pterigoides participan del borde posterior de la fosa palatina con un puente estrecho. 24 a 27 filas de escamas ventrales posteriores.
Relación craneal (largo/ancho)= 1,1 a 1,3 . . . .
. . . . *C. latirostris chacoensis* n. ssp".

Según esos autores, *C. l. latirostris* tendría una distribución que abarca "... desde Río Grande do Norte hasta Río Grande do Sul, por la vertiente atlántica de Brasil, por Espírito Santo, Río de Janeiro, Sao Paulo y Sta. Catharina; departamentos de Salto y Artigas en Uruguay y Alto Paraná, Misiones hasta los 27º 30' S en la Argentina". Mientras que *C.l. latirostris*", habita en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, hasta los 32º S en Corrientes, Chaco, Formosa y Jujuy, Argentina".

Sin embargo, al analizar el material disponible nos encontramos que ciertas pieles y cráneos, algunas de los cuales también fueron utilizados por Freiberg y Carvalho op. cit., presentan características de ambas supuestas subespecies, como por ejemplo:

I. Uno de los especímenes (MER 542) propuesto como paratipo de *C.l. chacoensis* por estos autores correspondería, según el índice de su fosa palatina derecha (63,30), a esta subespecie; sin embargo, midiendo su fosa palatina izquierda (índice 57, 70) concuerda con *C.l. latirostris*. Lo mismo ocurre al evaluar el ejemplar MACN 30.612, con un índice en la fosa palatina derecha dentro del supuesto rango de *C. l. latirostris* (56.10) pero con un índice de 61,20 en la fosa izquierda, el que coincide con *C.l. chacoensis*. Esta misma situación la hemos observado en el MPL S/N con una fosa derecha de 58,30 (*C.l. latirostris*) y la izquierda de 62,50 *(C.l. chacoensis)*. (Tabla 1).

II. Al medir los cráneos Nº 7830 y Nº 3110 del MACN que figuran en la lámina Nº 1 de Freiberg y Carvalho (1965), el primero de estos (propuesto como paratipo de *C.l. chacoensis)* presenta la sutura pterigoidea-ectopterigoidea en la línea recta, mientras que la diagnosis de *C.l. chacoensis* dice "... sutura pterigo-ectopterigoidea en la línea quebrada ...".
En el segundo (propuesto como *C.l. latirostris)*, el índice de sus fosas palatinas derecha e izquierda es de 62,50 y 61,00 respectivamente, los que corresponderían a la otra subespecie y a la forma de las fosas es claramente rómbica. Esto, sumado a la forma de la sutura pterigo-ectopterigoidea, estaría indicando que corresponde a *C.l. chacoensis* y no a *C.l. latirostris* como sugirieron Freiberg y Carvalho según sus propios argumentos.(Tabla I).

III. Con referencia a la relación craneal, encontramos que los ejemplares MACN 30.565 al 30.570, 30.610; MER 540; Zoo. Bs.As.1 y 2 y Col. Pers. 2 y 3, pertenecerían a *C.l. latirostris* pero teniendo en cuenta otras de las características diagnósticas, pertenecerían a *C.l. chacoensis*. (Tabla 1).

IV. En lo que respecta a la escutelación, ambas especies se diferenciarían segun la clave de Freiberg y Carvalho (1965) en que: *C.l. latirostris* tiene entre 22 y 24 filas de escamas ventrales, mientras *C.l. chacoensis* tiene entre 24 y 27 filas de escamas ventrales.
De 107 ejemplares de *C.l. latirostris* medidos en Brasil por Carvalho (1955), 24 (22, 5º/o) no podrían ser determinados por la clave mencionada anteriormente por poseer 24 filas de escamas ventrales. Lo mismo ocurre con 3 ejemplares (17,7º/o) sobre un total de 17, medidos en Uruguay por Medem (1983); también con 7 ejemplares (70,0º/o) sobre un total de 10, medidos en Uruguay por Vaz Ferreira y Achaval (Medem, 1983) y con 10 ejemplares (22,73º/o) sobre un total de 46 medidos en Argentina para este trabajo. (Tablas II y III).

TABLA I

CARACTERES CRANEALES ANALIZADOS (medidas dadas en cm)

A.C.: ancho craneal; L.C.: longitud craneal dorsal; L.F.P.: longitud máxima de la fosa palatina; A.F.P.: ancho máximo de la fosa palatina; A.P.: ancho puente pterigoideo; S.P.E.: sutura pterigoides-ectopterigoides; F.P.: forma de la fosa palatina; I.F.P.: índice de las fosas palatinas; R.C.: relación craneal.

Nº COLECCION		A.C.	L.C.	L.F.P.		A.F.P.		A.P.		S.P.E.	F.P.	I.F.P.		R.C.
				IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER			IZQ	DER	
MACN	7021	14,50	20,00	——	4,60	2,50	2,70	0,30	0,36	Q	ROM	——	58,80	1,38
	7375	21,50	27,70	6,35	6,40	3,50	3,50	0,34	0,33	Q	——	55,10	54,70	1,29
	7830	21,00	27,00	4,10	4,00	3,20	3,30	< 0,10	0,40	R	ROM	78,00	82,50	1,28
	12586	23,50	28,00	5,90	5,60	3,60	3,50	0,70	0,60	Q	ROM	61,00	62,50	1,19
	15232	19,70	23,00	6,10	6,00	3,50	3,30	0,40	0,40	Q	ROM	57,40	55,00	1,16
	30565	11,50	17,80	4,20	4,30	2,10	2,20	0,32	0,34	Q	ROM	50.00	51,20	1,55
	30566	11,80	17,30	4,00	4,00	2,50	2,50	0,70	0,70	Q	ROM	62,50	62,50	1,47
	30567	8,80	13,70	3,40	——	1,70	1,70	0,38	0,24	Q	ROM	50,00	——	1,55
	30568	15,50	22,00	5,00	5,10	3,10	3,10	0,30	0,40	Q	ROM	62,00	60,80	1,42
	30569	6,30	9,80	2,50	2,40	——	1,30	——	0,30	Q	ROM	——	54,20	1,55
	30570	9,00	13,70	3,30	3,20	2,00	2,00	0,60	0,50	Q	ROM	60,60	62,50	1,52
	30572	8,50	——	3,80	3,60	1,70	1,60	0,42	0,36	Q	ROM	44,70	44,40	——
	30610	12,20	18,50	4,40	——	2,50	——	0,38	——	Q	ROM	56,80	——	1,52
	30611	8,40	——	3,50	3,40	1,80	1,90	0,40	——	Q	ROM	51,40	55,80	——
	30612	13,30	21,00	4,90	4,90	3,00	2,75	0,50	0,50	Q	ROM	61,20	56,10	1,58
MCNAB	9	21,50	28,50	6,30	——	3,70	——	0,70	——	Q	ROM	58,70	——	1,32
MPCNFA	8	6,20	9,10	2,50	——	1,30	——	0,20	——	Q	ROM	52,00	——	1,47
MER	539	17,50	23,20	4,90	——	3,30	——	0,50	——	Q	ST	67,30	——	1,32
	540	13,50	19,80	4,80	——	2,80	——	0,50	——	Q	ROM	58,30	——	1,47
	541	23,50	31,50	7,00	——	3,80	——	0,50	——	R	ROM	54,30	——	1,34
	542	20,50	27,20	5,20	4,90	3,00	3,10	0,10	0,10	Q	ROM	57,70	63,30	1,32
MLP	S/N	14,40	19,50	4,80	4,80	3,00	2,80	0,50	0,60	Q	ROM	62,50	58,30	1,35
ZOO. BS. AS	1	12,90	19,10	4,50	4,80	2,30	2,40	0,40	0,70	Q	ROM	51,10	50,00	1,48
	2	19,80	27,80	5,60	5,20	3,20	3,00	0,50	0,40	Q	ROM	57,10	57,70	1,40
COL. PERS.	1	16,80	23,00	5,10	5,00	2,70	2,60	0,20	0,30	Q	ROM	52,94	52,00	1,37
	2	12,30	18,00	4,30	4,40	2,50	2,50	0,50	0,40	Q	ROM	58,20	56,90	1,46
	3	12,10	17,20	4,40	4,50	2,45	2,55	0,50	0,45	Q	ROM	55,68	56,66	1,42
	4	15,90	19,80	4,63	4,60	2,73	2,60	0,40	0,40	Q	ROM	58,96	56,52	1,24

TABLA 2

NUMERO DE FILAS DE ESCAMAS VENTRALES TRANSVERSALES (NFV) EN LOS DISTINTOS EJEMPLARES ANALIZADOS

Nº COLECCION		NFV	Nº COLECCION		NFV
MACN	239	27	MPCN FA	S/N	24
	879	25	MCN AB	S/N	23
	12586			S/N	24
	17551	26	MER	522	25
	30790	26		524	24
	S/N	25		525	25
	S/N	24		527	25
CAB	8	25		530	25
	9	24		536	25
	11	26	RESIST. CHACO		26
	S/N	26			24
MLP	003	25			25
	004	24	S.J. PORHIAJU		27
	005	24	ZOO R.S. PEÑA		26
MPCN. FA	4	25			25
	5	26			26
	7	25			26
	10	25			25
	11	26			26
	12	24			26
	15	25	ZOO LA PLATA		24
	S/N	23			25

TABLA 3

CLASIFICACION DE EJEMPLARES ESTUDIADOS SEGUN NUMERO DE ESCAMAS

	I	II	III	IV
C.l. latirostris	30.8	58.8	—	4.3
C.l. chacoensis	46.7	23.5	30.0	71.7
?	22.5	17.7	70.0	22.7
Individuos considerados	107	17	10	46

FUENTE: I= Carvalho 1955; II= Medem 1973; III = Vaz Ferreira y Achaval 1977 y IV= este trabajo.

En cuanto a la distribución geográfica propuesta por Freiberg y Carvalho (1965) para ambas subespecies, encontramos contradicciones al analizar mediciones de pieles y cráneos:

I. De acuerdo a los datos obtenidos de Carvalho (1955) *C.l. chacoensis* se encontraría también en Brasil, en contradicción con la distribución propuesta por Freiberg y Carvalho (1965). Además habría una mayor proporción de ejemplares de *C.l. chacoensis* (46,7o/o) que de *C.l. latirostris* (30,8o/o). (Tabla III).

II. De igual modo, los ejemplares medidos por Medem en los museos del Uruguay en 1973 y de acuerdo a la clave de caracteres escutelares, el 23, 5o/o de estos pertenecerían a *C.l. chacoensis*. Nuevamente nos encontramos con una contradicción en la distribución propuesta, ya que *C.l. chacoensis* no debería encontrarse en Uruguay. Debemos tener en cuenta que el propio Medem (1983) con respecto a Uruguay señala "... *C.l. latirostris*... según su distribución geográfica, debe pertenecer a esta subespecie, pero los cráneos que vimos con el herpetólogo F. Achaval, mostraron características anatómicas tanto de *C.l. latirostris* como de *C.l. chacoensis*". (Tabla III).
En la parte dedicada a Argentina, Medem (1983) afirma "... el único cráneo que se obtuvo de los esteros del Iberá (Corrientes), muestra características de ambas. Esto indicaría que muy probablemente las características subespecíficas no son fijas, sino variables, lo que pondría en duda la validez de estas".

III. También en el material analizado por Vaz Ferreira y Achaval (Medem, 1983) en Uruguay, encontramos un 30o/o de ejemplares pertenecientes a *C.l. chacoensis*, repitiéndose la contradicción observada en el punto anterior. (Tabla III).

IV. Los 10 cráneos de la colección del MACN (Nº 30565 al 30570, 30572 y 30610 al 30612) pertenecen a *Caiman latirostris*. Según el ínidce de sus fosas palatinas, 7 de estos corresponderían a *C.l. latirostris* y solo 3 a *C.l. chacoensis*. Es decir, que se encontrarían individuos de las dos subespecies en la misma localidad, o sea en una condición de simpatría.

V. También hemos encontrado ejemplares que por índice de sus fosas palatinas corresponderían a *C.l. latirostris*, pero estos provienen de localidades muy alejadas del límite propuesto para esta subespecie. En esta consideración se encuentran los siguientes cráneos: MACN. 7021, Jujuy; 12532, Manantiales (Corrientes); MCNAB 9, Corrientes; MPCNFA 8, Pto. de Santa Fe; MER 540 y 541, Montecarlo (Misiones); MLP S/N, Corrientes; Zoo. Bs. As. 2, Ramón Lista (Formosa); Col. Pers. 1, Santo Tomé (Corrientes); 2, Bella Vista (Corrientes); 3, Loreto (Corrientes); 4, Santa Fe.

CONCLUSIONES

De acuerdo a nuestros resultados y los bibliográficos, observamos que las características postuladas para la separación de las dos subespecies de *Caiman latirostris* no pueden considerarse definitorias sobre la base de las siguientes consideraciones:

a. Con respecto al índice de las fosas palatinas, hay ejemplares que tienen índices de ambas subespecies. Asimismo, teniendo en cuenta este índice, existen ejemplares que no pertenecerían a ninguna de ellas.
b. En cuanto a la sutura pterigo-ectopterigoidea, se describe a *C. latirostris chacoensis* con sutura quebrada. Sin embargo, la mayoría de los cráneos que se midieron tienen sutura quebrada, incluidos aquellos ejemplares que, por el índice de sus fosas palatinas corresponderían a *C.l. latirostris*.
c. Lo mismo ocurre con la forma de la fosa. Se describe a *C.l. chacoensis* con la fosa palatina rómbica, y *C.l. latirostris* con fosa palatina subtriangular. La mayoría de los ejemplares medidos presentan fosa palatina rómbica, incluidos aquellos ejemplares que, por el índice de sus fosas palatinas corresponderín a *C.l. latirostris*.
d. En cuanto a la participación del pterigoides en la fosa palatina, sería necesario aclarar que es lo que se entiende por un puente ancho o estrecho, indispensable también para conocer los rangos de variabilidad de las subespecies. Además no pudimos correlacionar las variables seleccionadas en las subespecies. Así por ejemplo, hay cráneos que serían distinguibles por los diferentes índices de las fosas palatinas, pero tienen puentes pterigoídeos de tamaño similar. Por el contrario, hay otros en los cuales camparten el índice, pero se diferencian por el ancho del puente pterigoideo.
e. Con respecto a la escutelación, específicamente a la fila de escamas ventrales transversales, sería necesario redefinir los rangos entre los que se ubicarían las dos subespecies, ya que los propuestos dan lugar a confusión. Se han encontrado muchos ejemplares que por contar con 24 filas de escamas no se puede afirmar a que subespecie pertenecen.
f. Con la distribución, existen también contradicciones. El hecho de encontrar *C.l. chacoensis* en Uruguay (Medem, 1983), en Brasil (Carvalho, 1955) y que muchos de los yacarés argentinos pertenecen a *C.l. latirostris*, pone en duda la distribución mencionada originalmente para las dos subespecies. A ello se agrega el que se encuentren en una misma localidad individuos de las dos subespecies.

Finalmente, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, consideramos que las características propuestas por Freiberg y Carvalho, no pueden tomarse como válidas para la diferenciación de las dos subespecies de *Caiman latirostris*, ya que son ampliamente variables y en muchos casos se contraponen. Por lo tanto, conferimos validez sólo a *Caiman latirostris* (Daudin, 1802).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las entidades oficiales y a todas aquellas personas que brindaron su generosa y amplia cooperación para la realización de este trabajo.

A los Drs. José M. Gallardo, Jorge Cranwell y Raúl H. Aramburu; a los Lic. Esteban D. Astort, Carlos Virasoro y Federico Achaval; a los Sres. Tomás Waller y Jorge D. Williams y al Prof. Julio R. Contreras.

Queremos agradecer en forma especial a la Dra. Zulma B. de Gasparini, de la sección Paleontología de Vertebrados del Museo de La Plata, por su orientación científica y el material bibliográfico facilitado, así como por su constante interés y estímulo.

REFERENCIAS

CARVALHO, A.L. DE, 1955. Os jacarés do Brasil. Arquivos do Museu Nacional, *42*(1):127-139.

FREIBERG, M.A. y A. L. DE CARVALHO. 1965. El yacaré sudamericano, *Caiman latirostris* (Daudin). Physis XXV (70): 351-360.

IORDANSKY, N.N. 1973. The skull of the Crocodilia. En: Gans and Parson. 1973. Biology of the Reptilia. *4*: 201-262; figs. 1-14. Academic Press, London and New York.

MEDEM, F. 1981. Los Crocodylia de Sur América. Vol. 1, Los Crocodylia de Colombia. COLCIENCIAS, Bogotá 354 pp.

MEDEM. F., 1983. Los Crocodylia de Sur América Vol II. COLCIENCIAS. 270 pp.

VAZ FERREIRA, R. & F. ACHAVAL, 1975. Sobre huevos, nidos, nacimientos y neonatos de *Caiman latirostris*. Resúmenes de Jornadas Argentinas Zoológicas: 66 - 67. Corrientes.

VAZ FERREIRA, R. & F. ACHAVAL, 1980. Nidificación y nacimiento de *Caiman latirostris latirostris* (Daudin, 1802). I Reunión Iberoamericana de Zoología de Vertebrados, 1977: 385 - 396, La Rabida, España.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 81 – 84. 1989

CONTRIBUCION A LA BIOGEOGRAFIA DEL GENERO *MOLOTHRUS* Y EXTENSION DEL RANGO SEPTENTRIONAL DEL "MIRLO", *M. BONARIENSIS* (GMELIN, 1789) EN CHILE.(AVES:ICTERIDAE)

VICTOR M. CABEZAS , HAROLDO TORO ,
LUISA RUZ , ELIZABETH CHIAPPA

ABSTRACT

The geographic distribution of genus *Molothrus* is discussed. There are two species in North America, probably separated by a vicariant event, and four species in South America. One these *M. bonariensis* (Gmelin), is widely distributed from Panama to Chile. The distribution of *M. bonariensis* in Chile shows two independent origins, the northern populations is possible coming from Peru, meanwhile that found in the central part of the country are most likely derived from Argentina after crossing the lower part of the Andes.

Las especies asignadas al género *Molothrus,* presentan una distribución geográfica que comprende casi la totalidad del rango conocido hasta ahora para los Ictéridos, siendo posible apreciar que en su mayoría corresponden a especies que habitan en áreas tropicales o subtropicales (Meyer de Schauensee 1970).

Los antecedentes conocidos sobre la distribución de *Molothrus* muestran una clara separación entre las poblaciones de *M. aeneus* y *M. ater* que ocupan una zona que comprende el sur de Canadá, sur oeste de los Estados Unidos y América Central (fig. 1) y las poblaciones de *M. badius; M. rufoaxilaris; M. armenti* y *M. bonariensis* que son netamente sudamericanas, salvo la última especie mencionada que ha penetrado en el sur de Panamá y Puerto Rico (Meyer de Schauensee 1970, Howard y Moore 1980, Walter 1980, AOU 1983).

Esta distribución del género resulta interesante y sugiere un fenómeno vicariante que estaría separando dos especies en la zona Neártica y cuatro en la zona Neotropical, ocupando en esta última región biogeográfica áreas tropicales y subtropicales (Fig. 1).

La revisión de las áreas habitadas por las especies Sudamericanas, permite establecer que *Molothrus badius* se encuentra preferentemente en la zona tropical, con desplazamientos accidentales fuera de ella, llegando incluso a Chile, donde se ha registrado su presencia una sola vez (Araya y Millie 1986). *M. rufoaxilaris* se establece principalmente en áreas subtropicales de la región presentando, sin embargo, ambas especies una gran área de sobreposición que comprende Río Grande do Sul, Paraguay, Uruguay y norte de Argentina. *M. armenti,* la tercera de las especies neotropicales, ocupa un ambiente muy restringido, ya que se encuentra sólo en la zona costera noroccidental de Colombia.

El análisis de la distribución conocida hasta ahora para *M. bonariensis,* es especialmente interesante ya que habita en casi toda la región Neotropical, (Goodall et al. 1946, Meyer de Schauensee 1970, Howard y Moore 1980; Walter 1980) además de ser muy extensa en comparación con las otras especies del género, se sobrepone con todas ellas. Esta distribución tan amplia, hace pensar en una adaptabilidad ecológica notablemente mayor (Beltzer 1986) y en que las posibles barreras vicariantes, efectivas para las otras especies, no han logrado interrumpir el flujo genético, entre las distintas poblaciones a tal punto que no se registran fenómenos de especiación entre ellas. Sin tener por ahora un análisis filogenético, que permita determinar el nivel comparativo de la antigüedad, la presencia de *M. bonariensis* en Chile puede deberse a una de las siguientes alternativas:

a) se trata de una especie muy antigua que ha ocupado la mayor parte del territorio nacional, salvo aquellas áreas que presentan limitaciones de tipo eco-conductuales, como podrían ser el desierto de Atacama desde Arica hasta Copiapó y la zona austral desde Aisén al sur, o

* Laboratorio de Zoología, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4059, Valparaíso, Chile.
Trabajo financiado parcialmente por proyecto FONDECYT 88-0644.



Fig. 1.- Distribución geográfica del género *Molothrus. M. bonariensis* ocupa la región neotropical casi en su totalidad sobreponiendo su distribución con *M. badius* y *M. rufoaxillaris, M. aeneus* y *M. ater* se encuentran en la región neártica y América Central. *M. armenti* restringida solo a la costa noroccidental de Colombia, donde también habita *M. bonariensis.*

b) es una especie extremadamente exitosa que amplió considerablemente su rango de distribución, sobrepasando con facilidad factores que fueron barrera para otras especies del grupo.

De acuerdo a Hellmayr (1932) y Housse (1945) el "mirlo", habría sido introducido al país en 1865, probablemente al ser liberados algunos ejemplares desde jaulas. La hipótesis está sustentada en dos hechos: que esta ave no sobrepasa los 2000 msnm (Housse 1945; Goodall et al. 1946) situación que haría poco probable su ingreso en forma natural a través de la cordillera de Los Andes procedente de Argentina, donde es una especie abundante (Hellmayr 1932) y que los primeros ejemplares conocidos en Chile fueron colectados en el área de Santiago-Rancagua, entre 1868 y 1877 (Hellymayr 1932). Posteriormente se colectaron ejemplares en la zona de Concepción (Coronel) donde ya aparece como abundante (Reed 1941). La información reunida por Goodall et al. (1946) permite establecer una distribución que abarca desde Coquimbo por el Norte hasta Llanquihue por el sur, esta distribución es ampliada posteriormente por Philippi (1964) y Araya y Millie (1986) desde Atacama a Aisén.

Observaciones de terreno realizadas por nuestro grupo de trabajo en la Primera Región de Chile, provincia de Arica, valle del Lluta, en el sector de quebrada de Poconchile, ubicada a 4 kilómetros al suroeste del poblado del mismo nombre (18º 28' S y 70º 04' W) y a 750 msnm, en agosto de 1988, permitieron detectar la presencia de varias bandadas en vuelo de *M. bonariensis* que cruzaban la carretera. Otra, integrada por treinta y un ejemplares, correspondiendo a veinticinco machos y seis hembras, estaba alimentándose en un prado junto a un rebaño de ganado ovino al que seguía en sus desplazamientos.

Expediciones ornitológicas que recorrieron la zona en la década del 70 (Johnson 1970, Kuschel 1970, Rottman y Kuschel 1970, Lavercombe y Hill 1972, Mc Farlane 1972, Rottman 1972, Mc Farlane 1974), no reportan a *M. bonariensis*; sin embargo, Marın et al. (1989) indican la presencia de esta especie en Quebrada de Camarones (18º 40' S y 70º 39' W entre los 500 y 900 msnm) donde colectaron un macho el 15 de junio de 1986 y proponen una expansión geográfica hacia el norte, por la costa, proveniente de las poblaciones de Atacama.

La presencia en el valle del Lluta de *M. bonariensis* permite, más bien, postular la penetración temporal de poblaciones que se han desplazado desde el Perú, donde se encuentra presente en forma permanente (Howard y Moore 1980). En este caso, la llegada a Quebrada de Camarones del "mirlo" supone sólo un desplazamiento de menos de 80 km hacia el sur que pueden ser hechos por la zona precordillerana, en comparación con los 910 km (Marín et al. 1989) que serían necesarios cubrir a través de la extensa área desértica de la Segunda Región de Chile. El avance costero, propuesto por Marín et al (1989) encuentra también dificultades en la ausencia de registros en áreas costeras, tan visitadas y estudiadas, incluso por los mismos autores, como es el caso de la Quebrada Paposo (25º 02' S y 70º 29' W).

En el caso del valle de Lluta, la presencia en la zona de numerosas especies de aves entre las que destaca por su abundancia *Zonotrichia capensis*, (Rottman 1972), hace suponer que *Molothrus banariensis* puede también ser un ave residente en el área, debido a que las hembras de esta última especie parasitan los nidos de la primera (Reed 1941, Housse 1945, Goodall et al 1946). Este comportamiento de nidificación, al tiempo que asegura su reproducción y permanencia en el área, podría provocar algunas perturbaciones en las poblaciones de Passeriformes residentes y es probable que, además de *Z. capensis*, los nidos de la "loica peruana" *Sturnella bellicosa* también sean parasitados al igual, como lo son en la zona central de Chile, los de su congénere *Sturnella loyca*, (Reed 1941).

De todas las consideraciones anteriores, parece mucho más parsimonioso plantear una hipótesis de simple ampliación de rango, para explicar la presencia de *Molothrus* en Chile, que una introducción accidental por ejemplares liberados en la zona central del país; los siguientes hechos contribuyen al planteamiento:

a) La amplia distribución geográfica en Sudamérica indica, como se decía anteriormente, gran adaptabilidad ecológica y capacidad para sobrepasar factores que son barreras para otras especies.
b) La abundancia de la especie en la vertiente oriental de Los Andes en la parte correspondiente al centro sur de Argentina (De la Peña 1979) y la existencia de numerosos pasos bajos en la cordillera comunicando Argentina y Chile, pueden permitir fácilmente el flujo de especies con la sola restricción impuesta por las condiciones ecoconductuales.
c) De manera semejante, la abundancia de esta es-

pecie hacia el norte a lo largo del área occidental de la cordillera de Los Andes (Meyer de Schauensee 1970) es una situación que favorece y explica la presencia de esta especie en Lluta, de acuerdo a lo que se señala en el presente trabajo.

Desde otro punto de vista, parece también probable que la hipótesis de Hellmayr se sostuviese sólo por el desconocimiento de la distribución del "mirlo" en Chile, propio del tiempo en que fue publicado ese trabajo, mal interpretando la presencia hacia el sur, como una expansión posterior, cuando ésta en verdad se habría producido en sentido opuesto.

En conclusión, las especies del género *Molothrus* tiene una distribución geográfica actual que responde bien a una interpretación vicariante, siendo *M. bonariensis* la más alejada del modelo que pudiéramos llamar típico, por la gran extensión de su rango. Esto podría deberse a una situación primitiva o, más probablemente, a una situación de especie derivada de gran éxito, que ha expandido notablemente su área de distribución inicial.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Schlatter V. de la Universidad Austral de Chile, por su lectura crítica y sugerencias al presente trabajo.

REFERENCIAS

AMERICAN ORNITHOLOGISTS UNION (A.O.U.). 1983. Check-List of North American Birds. Allen Press. Kansas. U.S.A. 877 pp.

ARAYA, B. & G. MILLIE. 1986. Guía de Campo de las Aves de Chile. Ed. Universitaria, Santiago de Chile. 389 pp.

BELTZER, A. 1986. *Cacicus solitarius* Hospedante de *Molothrus bonariensis* (Aves: Icteridae) Rev. Asoc. de Cs. Nat. del Lit., *17* (2): 215-216.

DE LA PEÑA, M. 1979. Enciclopedia de las Aves Argentinas. Ed. Colmegna, Santa Fe. 321 pp.

GOODALL, J. D., A. W. JOHNSON y R.A. PHILIPPI. 1946. Las Aves de Chile, su conocimiento y costumbres. *1*. Platt. Est. Gráficos. Buenos Aires. 358 pp.

HELLMAYR, C. 1932. The Birds of Chile. Field Museum of Natural History Publ. 308 Zoological Serie XIX Chicago. 470 pp

HOUSSE, R. 1945. Las Aves de Chile en su Clasificación Moderna. Ed. U. de Chile. Santiago de Chile. 390 pp.

HOWARD, R. & A. MOORE 1980. A Complete Checklist of the Birds of the World. Oxford University Press. 701 pp.

JOHNSON, A. W. 1970. Aves observadas en Mamiña (Tarapacá) desde el 15 al 30 de agosto de 1968 y 1969. Bol. Ornit. *2* (1): 1-2.

KUSCHEL, R. 1970. Algunas Observaciones Ornitológicas en Valles y Altiplano de los Departamentos de Arica y Pisagua. Bol. Ornit., *2* (1): 2-4.

LAVERCOMBE, B. & C. HILL. 1972. Aves Observadas en la Provincia de Tarapacá, Incluyendo el Hallazgo de Dos Especies y una Subespecie Nuevas para Chile. Bol. Ornit., *4* (1): 1 - 7.

MARIN, M., L. KIFF & L. PEÑA. 1989. Notes on Chilean birds, with descriptions of two new subspecies. Bull. B. O. C., *109* (2): 66 - 82.

Mc FARLANE, R. 1972. Algunas Aves Migratorias Observadas en Arica. Bol. Ornit. , 4 (2):4.

Mc FARLANE, R. 1974. Foods Habits of Some Birds in Tarapacá. Idesia, *3*: 163-167.

MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1970. A Guide to the Birds of South America. Livingston Pub. Co. 470 pp.

PHILIPPI, R. A. 1964. Catálogo de las Aves de Chile con su Distribución Geográfica. Inv. Zool. Chil. XI. 179 pp.

REED, S.C. 1941. Nuevas Contribuciones para el Mejor Conocimiento de las Aves de Caza en Chile. Publicación Oficial Nº 15. Jardín Zoológico Nacional de Chile, Vol. 2 Nº 3. Santiago de Chile. 91 pp.

ROTTMAN, J. 1972. Algunas Aves Silvestres de los Valles Agrícolas Inferiores a los 1000 m de Altitud en el Departamento de Arica. Idesia, *2*: 59-63.

ROTTMAN, J. & R. KUSCHEL. 1970. Observaciones Ornitológicas en las Provincias de Antofagasta y Tarapacá. Bol. Ornit. *2* (3): 1 - 8

WALTER, M. 1980. The Complete Birds of the World. David & Charles. Vermont U.S.A. 340 pp.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 85 – 98, 1989

ANALISIS DE LA COMUNICACION SONORA DE TRES ESPECIES DE GOLONDRINAS (*Notiochelidon cyanoleuca, Tachycineta leucorrhoa y T. albiventer;* Fam: Hirundinidae)

GUILLERMO RIVEROS G.

ABSTRACT

The main purpose of this paper to the study of the sound repertories and the biological circumstances; in which vocalizations were emited by three species of common swallows of the Sao Paulo Region, Brazil (*Notiochelidon cyanoleuca, Tachycineta leucorrhoa y T. albiventer*). These species are sympatrics and syntopics; they share the same habitat and aerial spaces, for feeding and reproduction.

The physical structure of their of vocalizations was described, analized, classified and compared. The maximum of 10 vocalizations (*N. cyanoleuca*) and minimum of 3 for (*T. albiventer*) were observed. Five functional categories of vocal emissions were recognized: cohesive calls, contac calls, hostile calls, solicitations calls and calls and songs related to reproduction.

INTRODUCCION

Las vocalizaciones cumplen fundamentalmente una función de comunicación (Thorpe, 1961) que en muchas especies de aves son más utilizadas que las señales visuales (Smith, 1963). La señal acústica dentro del dominio de la zoología es una manifestación de un organismo emisor que solicita la cooperación funcional de uno o varios individuos receptores (Leroy, 1979).

Las golondrinas (Fam. Hirundinidae) son aves con hábitos muy especializados que las hacen ser de gran interés para estudios zoosemióticos, ecológicos y etológicos. Esta familia se encuentra distribuida en todo el mundo con 82 especies divididas en 21 géneros (Edwards, 1974). En la región neotropical existen 23 especies (Meyer de Schauensee, 1970).

La comunicación sonora en las especies neotropicales de este grupo de aves es poco conocida. Los estudios existentes han tratado principalmente dos tópicos: Descripción de repertorio vocal de algunas especies y Reconocimiento parental entre polluelo y padres.

El primer estudio fue realizado por Samuel (1971) quién describe el repertorio vocal de dos especies *Hirundo rustica* y *H. pyrrhonota* . Un estudio sobre vocalizacion de *Hirundo daurica*, realizó Prodon (1982), en donde determinó el repertorio vocal para esta especie diferenciando 6 tipos de vocalizaciones y entrega una interpretación biológica de cada una de estas emisiones vocales.

Brown (1985) obtuvo el repertorio de *Tachycineta thalassina* determinando dos clases de vocalizaciones, cada una asociada a varios contextos conductuales.

En cuanto a los gritos de reconocimiento parental de hirundínidos, han sido estudiados por Burt (1977), Beecher et. al. (1981a y b), Stoddard y Beecher (1983), Beecher y Stoddard (1985) y Sieber (1985).

La falta de estudios bioacústicos sobre las especies neotropicales de la familia Hirundinidae y la posibilidad de utilizar las manifestaciones sonoras como elementos comparativos entre especies afines, motivó realizar este estudio sobre la obtención de los repertorios vocales y las relaciones entre patrones estructurales y el significado funcional de las señales de las especies del estado de Sao Paulo: *Notiochelidon cyanoleuca* (Vieillot, 1817) *Tachycineta leucorrhoa* (Vieillot, 1918) y *Tachycineta albiventer* (Boddaert, 1783).

Estas tres especies son simpátricas y sintópicas y realizan gran parte de sus actividades en espacios abiertos. Bajo estas condiciones los cantos que son vocalizaciones de reconocimiento específico de los individuos de una misma especie y los gritos deberían ser semejantes en ciertos parámetros, pero deben diferenciarse en otros, de modo que la información biológica que los cantos poseen sean reconocida por la propia especie. Las semejanzas y diferencias entre los cantos y gritos de estas especies permitirían en parte recono-

* Depto. de Biología y Química. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación. Casilla 34 - V. Valparaíso - Chile.
Financiado por F.M.B. (Brasil) y FONDECYT Proyecto N° 1300 - 90

cer los elementos estructurales comunes para el conjunto de especies estudiadas como también aquellas de origen adaptativo a las presiones selectivas del medio.

METODO

La metodología utilizada comprende dos etapas: la primera corresponde a la obtención del repertorio vocal y las circunstancias biológicas en que las señales fueron emitidas por *Notiochelidon cyanoleuca, Tachycineta leucorrhoa* y *Tachycineta albiventer.* La segunda consistió en el análisis de los repertorios y su clasificación en función a los contextos comportamentales y biológicos encontrados.

La mayoría de las grabaciones y los registros conductuales fueron colectados en cuatro localidades del estado de Sao Paulo (Brasil), en el campus de la Universidad de Campinas (UNICAMP), en la Hacienda Santa María de Campinas (22° 54' S; 47° 65' W), en la Hacienda Rio Claro de Lençóis Paulista (22° 41' S; 48° 55' W) y en la Estación Experimental de Itirapina en Itirapina (22° 15' S; 47° 49' W).

Debido a que las vocalizaciones son emitidas con una mayor frecuencia de vocalización durante el ciclo reproductivo, las especies fueron observadas en sus nidos con sus respectivas parejas, además de aquellas parejas en proceso de formación con el fin de monitorear el proceso reproductivo completo. Después de haber identificado las parejas para las tres especies en estudio se realizaron las observaciones de los comportamientos presentados durante las diferentes emisiones vocales, según la metodología de Lehner (1979). Estas observaciones se realizaron con una periocidad de tres a cuatro días por semana durante los meses de junio a enero del año siguiente, en 1986 y 1987. Las conductas observadas fueron: territorios, alimentación, reposo, reproducción (formación de pareja, cortejo, construcción del nido, incubación, cuidados de la prole y aprendizaje de los polluelos).

Para registrar las emisiones vocales fue utilizado un grabador Uher 4000 Report IC Mono, alimentado por una batería Uher recargable y un micrófono ultra direccional Sennheiser ME88. Los sonidos fueron registrados en cintas magnéticas para audio, marca Scotch (212-C), a la velocidad de 19 cm/s. Se hicieron emisiones de sus vocalizaciones para observar y registrar las respuestas a los cantos y gritos propios o de otros individuos. Estas grabaciones se realizaron a distintas horas del día para determinar si existían variaciones estructurales durante diferentes períodos del día.

Las grabaciones ya editadas fueron escuchadas repetidas veces y se hicieron listados de todos los sonidos registrados en cada una de ellas. Basándose en esta lista, fueron seleccionadas las emisiones más representativas y relacionadas a los distintos tipos de comportamiento para hacer los sonogramas.

Los sonogramas fueron hechos en un sonógrafo Voice Identification serie 700 que era regulado de la misma forma para todos los sonogramas. Las especificcaciones utilizadas fueron: 0 - 8 kHz, 2.4 s, filtro "wide band" (300 Hz), "display mode bar" y "escala linear".

RESULTADOS

El levantamiento bioacústico de las especies estudiadas fue realizado durante los años (1986 - 1987) en las épocas reproductivas, totalizando para las tres especies 90 muestras de 30 minutos cada una, correspondiendo a 45 horas de observación directa en terreno. Además de esto fueron obtenidas grabaciones de las diferentes etapas del proceso reproductivo. Estas especies cohabitan en todas las localidades muestreadas lo que permitió la grabación de las vocalizaciones para las tres especies en cada sector, dando como resultado el registro de 1055 para las tres especies. (Tabla 1).

Existe una variedad de vocalizaciones emitidas por las golondrinas y para clasificarlas podemos utilizar dos aspectos importantes: el primero de ellos se refiere a las características temporales y melódicas de las vocalizaciones, que se componen por unidades, denominadas notas, que pueden ser repetidas a distintos ritmos constituyendo señales de comunicación. El otro criterio se refiere a los contextos conductuales a los cuales cada señal de comunicación está asociada, permitiendo así evidenciar el significado biológico.

En primer lugar se presenta una clasificación estructural de las notas que componen las vocalizaciones emitidas por las tres especies de golondrinas consideradas en este estudio (Tabla 2 y 3), como también las descripciones físicas de las diferentes vocalizaciones con los contextos etológicos en que fueron emitidas, para después intentar dar un significado biológico a cada una de ellas.

TABLA 1

NUMERO Y TIPOS DE VOCALIZACIONES ANALIZADAS PARA TRES ESPECIES DE GOLONDRINAS: TACHYCINETA LEUCORRHOA, TACHYCINETA ALBIVENTER Y NOTIOCHELIDON CYANOLEUCA, DEL ESTADO DE SAN PABLO, BRASIL

	N. cyanoleuca	T. leucorrhoa	T. albiventer
CANTO	156	45	–
CONTACTO - 1	106	86	53
CONTACTO - 2	80	17	64
ADVERTENCIA	53	20	–
ALARMA	40	14	35
DE LUCHA	–	10	–
SILBIDO	40	–	–
CORTEJO	90	–	–
POLLUELO - 1 (petición)	68	–	–
POLLUELO - 2 (contacto)	33	–	–
RELEVAR	45	–	–
TOTAL	711	192	192

TABLA 2

CARACTERISTICAS ESPECIALES Y TEMPORALES DE LAS NOTAS MELODICAS DE LOS TIPOS M - A, M - B, M - C y M - D DE LAS GOLONDRINAS (N. CYANOLEUCA, T. LEUCORRHOA Y T. ALBIVENTER)

TIPOS DE NOTAS	FRECUENCIA (Hz)	ARMONICOS	DURACION (ms)	DESCRIPCION
M - A1	2000 - 8000	NO	5	Pseudopulsos aislados
M - A2	2000 - 6000	NO	60 - 200	Conjunto de 17 pseudopulsos sin modulación
M - A3	2000 - 6800	NO	150 - 300	Conjunto de 18 pseudopulsos
M - A4	2000 - 6500	NO	150 - 300	Conjunto de pseudopulsos modulados
M - B1	2000 - 8200	NO	100 - 300	Grupos de pseudopulsos y notas moduladas
M - C1	2000 - 7000	NO	70 - 170	Conjunto de pulsos modulados
M - C2	2000 - 6300	NO	230 - 360	Notas moduladas trinadas
M - C3	3000 - 8150	NO	170 - 270	Notas moduladas
M - D1	1500*	SI	40	A5 y A6
M - D2	2300* - 2800*	SI	30 - 350	Fundamental y A2

A: Armónico

* Frecuencia del fundamental

TABLA 3

CARACTERISTICAS ESPECTRALES Y TEMPORALES DE LAS NOTAS TIPO R - 1, R - 2 y R - 3 PARA LAS ESPECIES DE GOLONDRINAS (N. CYANOLEUCA, T. LEUCORRHOA, T. ALBIVENTER)

TIPOS DE NOTAS	FRECUENCIA (Hz)	ARMONICOS	DURACION (ms)	DESCRIPCION
R - 1	1150 - 7000	NO	50 - 250	Energía concentrada en las frecuencias más altas de la nota
R - 2	2000 - 7700	NO	1300 - 2200	Energía concentrada entre 4000 y 6000 Hz
R - 3	3500 - 7300	NO	180 - 250	Energía concentrada entre 3000 y 4000 Hz y 5000 y 6000 Hz

Las notas pueden ser clasificadas, según su estructura melódica o temporal; en notas melódicas (M) y rocas (R), según los criterios de Fandiño - Mariño (1986). Las notas melódicas son aquellas que presentan una estructura temporal definida y contínua y una estructura espectral, con o sin armónicos (M-A, M-B, M-C y M-D); las notas rocas en cambio son estructural y temporalmente poco definidas, siendo su estructura melódica difusa (R-1, R-2 y R-3). (Tabla 2 y 3).

Dentro de un repertorio vocal se encuentran dos categorías de vocalizaciones que son el canto que se refiere a la señal acústica que permite el reconocimiento específico entre los individuos de la misma especie y como acción secundaria la de cortejo y defensa territorial y los gritos que están relacionados con las funciones de alarma, contacto, localización de polluelos, presencia de un predador y etc. De este punto de vista fue necesario establecer para cada una de las especies de golondrinas estudiadas cuales de las vocalizaciones eran el canto y cuales los gritos. A través de las observaciones conductuales asociadas con las vocalizaciones emitidas en tales situaciones fue posible en la mayoría de los casos, establecer los repertorios vocales para las diferentes especies estudiadas. Las vocalizaciones emitidas por las especies estudiadas fueron denominadas de acuerdo al comportamiento observado cuando éstas eran vocalizadas.

REPERTORIO VOCAL DE *NOTIOCHELIDON CYANOLEUCA*

Para esta especie fueron determinados 10 tipos de vocalizaciones de las cuales uno corresponde al canto y los 9 restantes a gritos. Los gritos son los siguientes: contacto en vuelo, contacto posado, advertencia, alarma, cortejo, relevo, petición de alimento, contacto de polluelos y silbido.

A.- CANTO (Fig. 1)

El canto es una vocalización emitida por el macho durante todo el año, siendo emitida con mayor frecuencia en el período reproductivo. Es una vocalización con duración entre 1800 y 2200 ms emitida a intervalos de 1 a 2 s.

Estructuralmente está formada por dos partes, la primera (Fig. 1-C) compuesta de un conjunto de piados (R-2) poco estereotipados donde no se distingue ningún tipo de organización. Su duración presenta variaciones intra e inter individuales, este período es de 1200 a 1700 ms. Este piado presenta una concentración de energía en la faja de frecuencia entre 4500 y 6000 Hz, teniendo como límite superior 8000 Hz e inferior 2300 Hz.

La segunda parte (Fig. 1-C) está compuesta de tres pseudopulsos, entendiéndose como tal a la expresión gráfica de un sonido que es muy breve y modulado semejante a un pulso (M-A1), y una nota modulada (M-C3). Este conjunto de elementos es bastante estereotipado, existiendo apenas pequeñas variaciones tanto intra con interindividuales. Los pseudopulsos contienen frecuencias que oscilan entre 2500 a 6800 Hz; están separados por intervalos de 80 ms entre el primero y el segundo pulso y de 110 ms entre el segundo y el tercero. Después de 130 ms es emitida la nota modulada cuyas frecuencias varían entre 7700 - 3600 Hz.

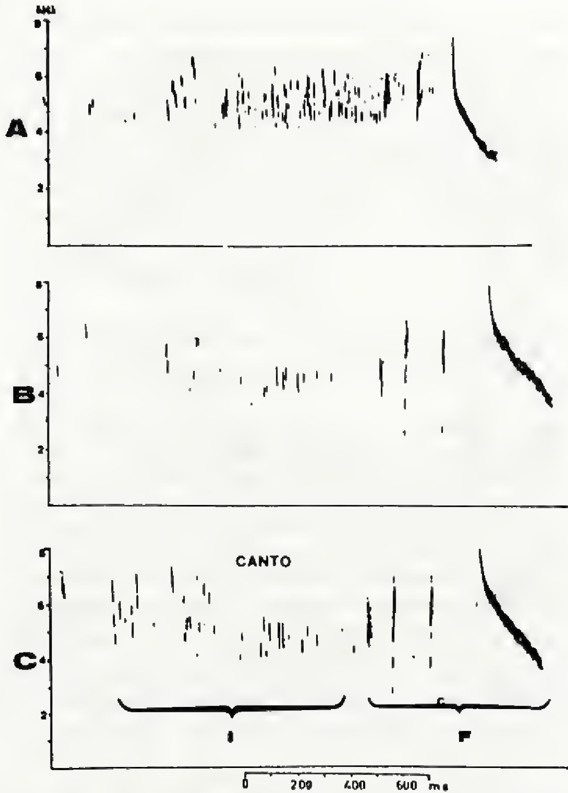


Fig. 1 Vocalizaciones de *Notiochelidon cyanoleuca* en el Estado de Sao Paulo.
A,B y C cantos de tres individuos diferentes. I) Parte inicial del canto II) Parte final estereotipada del canto.

Esta vocalización es emitida en varios contextos conductuales de reconocimiento específico entre individuos de la misma especie. Esta característica fue comprobada a través de experimentos de reproducción de vocalizaciones en terreno. Cuando los individuos machos escuchaban su propia vocalización, presentaban cambios en el comportamiento, como desplazamientos rápidos de una percha a otra o vuelos rasantes sobre el lugar de origen de la fuente de emisión volviendo después al local de percha. También se produce un cambio en la periocidad de emisión del canto siendo primariamente de 1 a 2 s cambiando a 0,5 s de intervalo entre una vocalización y otra. Estos cambios fueron más acentuados cuando la reproducción de vocalizaciones se realizaba en presencia de otro individuo en el sector, produciendo en este caso un aumento de intensidad sonora en la segunda parte del canto.

Esta vocalización también fue escuchada en el comportamiento de cortejo, siendo emitida por el macho entre los gritos de cortejo y en el aire cuando la pareja realizaba los vuelos de cortejo. En otras oportunidades el canto fue escuchado en la etapa de construcción del nido asociada con otras vocalizaciones dentro del lugar de nidificación.

B.- GRITO DE CORTEJO (Fig. 2 - A)

Esta vocalización es una emisión roca poco definida structuralemnte con una distribución de nergía irregular sin ningún patrón definido. Es ,uy semejante al canto de esta especie, diferenciándose por no presentar la parte estereotipada del canto. Su duración es bastante constante entre 2100 y 2200 ms y las frecuencias oscilan entre 2000 y 7700 Hz. Esta emisión corresponde a nota R-2.

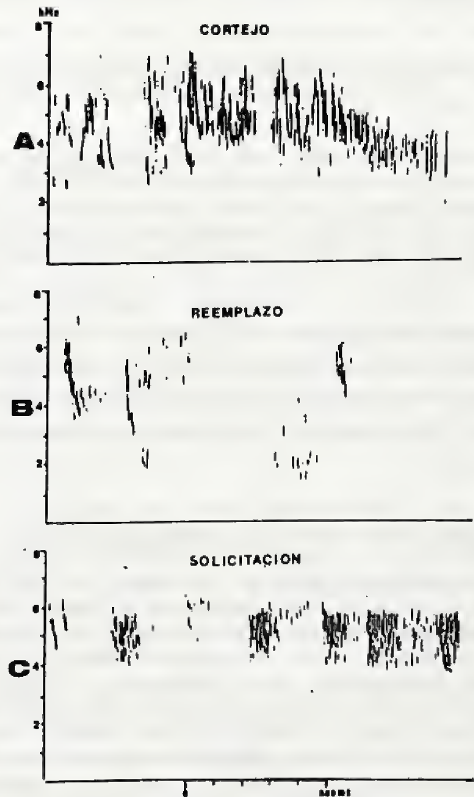


Fig. 2 Vocalizaciones de *Notiochelidon cyanoleuca* del Estado de Sao Paulo.
A) Gritos de cortejo. B) Relevamiento y C) Petición de polluelos.

Este grito es emitido a intervalos de 1,5 a 2,0 s cuando el macho está atrayendo a la hembra para formar la pareja, estando él posado y aislado de otro macho. Cuando una hembra se aproxima, hay un cambio en el ritmo de vocalización, pasando a ser emitido a intervalos de 1 s asociado a un despliegue de cortejo. Este grito también es emitido en la etapa de construcción del nido, pero con menos frecuencia que en el caso anterior.

C.- GRITO DE RELEVAMIENTO (Fig. 2 - B)

Esta vocalización está formada por 4 piados, emitidos a intervalos irregulares que varían entre 15 y 350 ms. Estos piados presentan frecuencias que varían entre los 1380 y 6550 Hz. La duración de cada piado oscila entre 60 y 250 ms (R-1).

Esta vocalización sólo es emitida por el macho, cuando la hembra sale y el macho entra en el nido en las etapas de incubación. Se escucha en los primeros días del cuidado de los polluelos dentro del nido y también cuando el macho se encuentra posado en una estaca y la hembra se posa cerca de él para entrar en el nido o pasa volando cerca del macho.

D.- GRITOS DE PETICION DE POLLUELOS (Fig. 2 - C)

Este grito es emitido por los Polluelos durante gran parte de la etapa en que permanecen dentro del nido solicitando alimento a sus padres. Son piados simples y cortos de 100 a 200 ms de duración, con una distribución de energía mayor de frecuencia entre 3800 y 6300 Hz (R-1)

Los gritos son emitidos a intervalos irregulares de tiempo entre 60 y 100 ms, siendo producidos con mayor rapidez al inicio de la solicitación y estimulados por la presencia de los padres o por cualquier ruido que se provoque dentro del nido.

E.- GRITO DE CONTACTO POSADO (Fig. 3-A)

Los individuos adultos de esta especie presentan dos gritos de contacto posado. El primero se caracteriza estructuralmente por estar formado por un conjunto de dos pseudopulsos y una nota melódica ligeramente modulada. Este conjunto tiene una duración de 35 ms, y la dispersión de energía dentro del grito es mayor en la nota modulada. Esta vocalización contiene frecuencias entre 2900 y 8150 Hz; cada elemento que compone este grito tiene sus propias bandas de frecuencia. Este conjunto de elementos fue clasificado como una nota tipo M-B1.

El segundo grito (Fig. 3-B) se caracteriza por presentar dos conjuntos de pulsos y notas. El primero de ellos corresponde una nota tipo M-B1, separada por un intervalo de 240 ms del segundo conjunto que está compuesto de dos notas moduladas y un pulso, siendo del mismo tipo de nota señalada anteriormente (M-B1). Estos elementos presentan diferencias en la frecuencia de emisión y en la duración de cada una de ellas. La nota tiene una duración de 120 ms y una banda de frecuencias entre 3400 y 7600 Hz. Esta nota también es considerada del tipo M-B1.

Estos dos gritos son emitidos en varios contextos comportamentales. En el caso del primer grito, es emitido cuando el individuo está posado en estacas de descanso, como también en los de vigilancia, tanto cuando la golondrina está aislada como cuando está en compañía de otros individuos. También es emitido a intervalos regulares de 1 a 2 s, por el macho como por la hembra para provocar la salida de los polluelos del nido.

El segundo grito de contacto es emitido en estacas cerca del nido en las etapas de cortejo, construcción del nido e incubación, siendo emitido con mayor frecuencia cuando un individuo de la pareja está dentro del nido y el otro posado fuera de él.

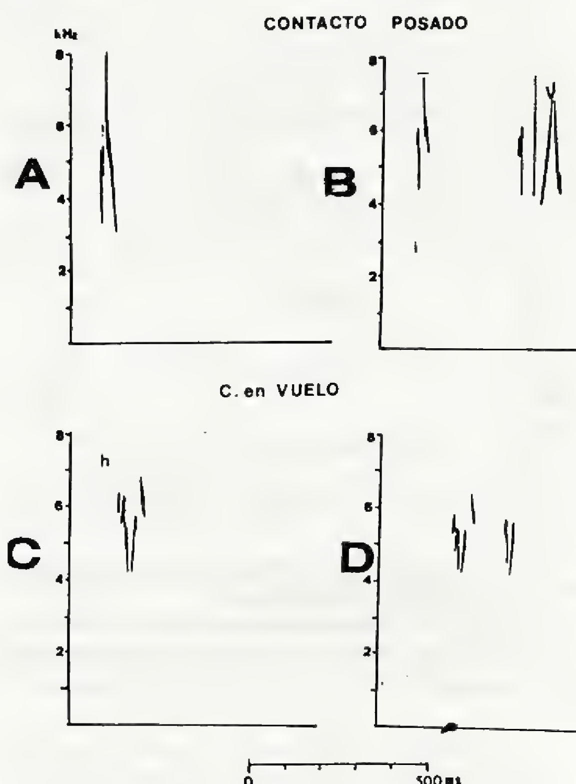


Fig.3 Vocalización de *Notiochelidon cyanoleuca* del Estado de Sao Paulo.
A) Gritos de contacto posado de una nota
B) Gritos de contacto de dos notas.
C) Gritos de contacto en vuelo de una nota.
D) Gritos de contacto en vuelo de dos notas.

F.- GRITO DE CONTACTO EN VUELO (Fig 3 - C)

Este grito es estructurado por un conjunto de cinco notas moduladas emitidas en 80 ms; cada nota se diferencia de la otra por tener un espectro de frecuencia particular. El límite máximo de frecuencia de cada nota llega a los 6900 Hz y el mínimo a 4000 Hz. Este tipo de grito fue denominado estructuralmente como M-C1.

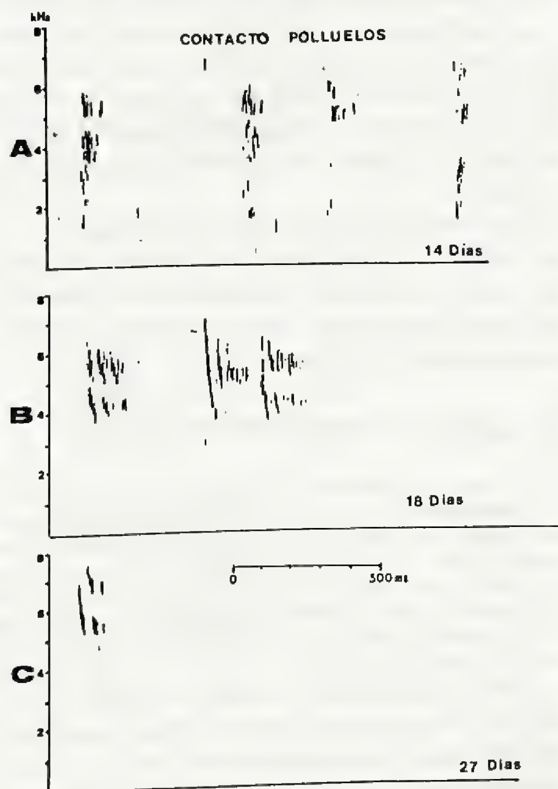
Este grito es escuchado durante el vuelo cuando los individuos capturan insectos para su alimentación. Puede ser emitido sólo un conjunto de notas a intervalos de tiempo irregulares (Fig. 3-C) o dos de éstas unidades separadas por un intervalo de 75 ms (Fig. 3-D). Durante el horario de actividades este grito es ecuchado con mayor frecuencia durante las primeras horas del día y al final de

la tarde, cuando los individuos tienen un comportamiento prolongado de alimentación. Este grito fue emitido con mayor fuerza cuando fue observado la presencia de un predador, principalmente halcones muy cerca de las golondrinas, provocando entre ellas un cambio conductual, que consiste en la formación de un grupo que vuela en conjunto tras del predador para provocar su huida.

G.- GRITOS DE CONTACTO DE POLLUELOS Y JUVENILES (Fig. 4)

Cuando los polluelos han alcanzado la edad de 14 a 16 días, se puede distinguir los gritos de contacto emitidos dentro del nido en respuesta al grito de contacto posado emitido cuando uno de los padres ingresa al nido. Estos gritos son piados cortos, poco estructurados, con una duración entre 50 y 75 ms y frecuencia entre 1150 y 7000 Hz, emitidos a intervalos de tiempo irregulares. Corresponde a notas R - 1 (Fig. 4-A). Es muy difícil determinar si estos gritos son emitidos por un polluelo o por más de uno, una vez que la nidada está compuesta generalmente por 3 o 4 polluelos y el investigador no consigue ver dentro del nido.

Fig.4 Vocalizaciones de *Notiochelidon cyanoleuca* del Estado de Sao Paulo.
A) Gritos de polluelos de 14-16 días.
B) Gritos de polluelos de 18 días.
C) Gritos juveniles.



A los 18 días de edad, este grito cambia en estructura visualizándose en el sonograma piados más definidos en frecuencia y tiempo, con una distribución de energía mayor que la vocalización anterior, variando entre 200 y 250 ms, también hay una reducción de la banda de frecuencia con el límite inferior de la nota en 3500 Hz y el superior a 7300 Hz (Fig. 4 - B).

A los 27 - 28 días de edad, período en que los polluelos ya abandonaron el nido pero continuaban aún en compañía de sus progenitores, el grito de contacto ya es más estructurado siendo formado por 3 notas moduladas que en su conjunto dura 100 ms, con frecuencias entre 4700 y 8000 Hz. Estos gritos son emitidos en respuesta a los gritos de contacto de los padres, en compañía de otros juveniles y aislados en una percha (Fig. 4-C).

H.- SILBIDO (Fig. 5 - C)

Es un grito de una sola nota pura y modulada con duración entre 250 y 270 ms. La frecuencia oscila entre los 4000 y 8150 Hz, con una modulación de frecuencia de 16 Hz/ms (M-C3).

Este grito se manifiesta durante las etapas de construcción del nido e incubación de los huevos. El grito es emitido por ambos miembros de la pareja la mayoría de las veces juntos, tanto dentro como fuera del nido.

I.- GRITO DE ADVERTENCIA (Fig. 5 - B)

Esta vocalización está representada por una nota pura y modulada rapidamente en forma descendente entre 6500 y 3600 Hz con una duración de 160 ms. La modulación de frecuencia media es de 18 Hz/ms correspondiendo a la nota tipo M-C3.

Esta vocalización fue emitida cuando el macho o la hembra, estando posado en las perchas de vigilancia o de acicalamiento advertían la presencia del observador cerca del nido. Si el observador se aproximaba lentamente en dirección al nido esta emisión era vocalizada con mayor frecuencia hasta que el observador traspasaba una distancia crítica. Al ocurrir esto se observa un cambio en el comportamiento y en las vocalizaciones emitidas. Esta distancia, medida 3 veces en 12 parejas diferentes, fue de 6,0 $\pm$ 0,5 m.

J.- GRITO DE ALARMA (Fig. 5 - A)

El grito de alarma se compone de un secuencia de notas similares, emitidas a intervalos de 280 ms. Cada nota tiene una duración de 220 y 230 ms y su frecuencia modulada entre 6900 y 3600 Hz con una modulación de frecuencia de 12 Hz/ms, siendo clasificadas como notas de tipo M-C3.

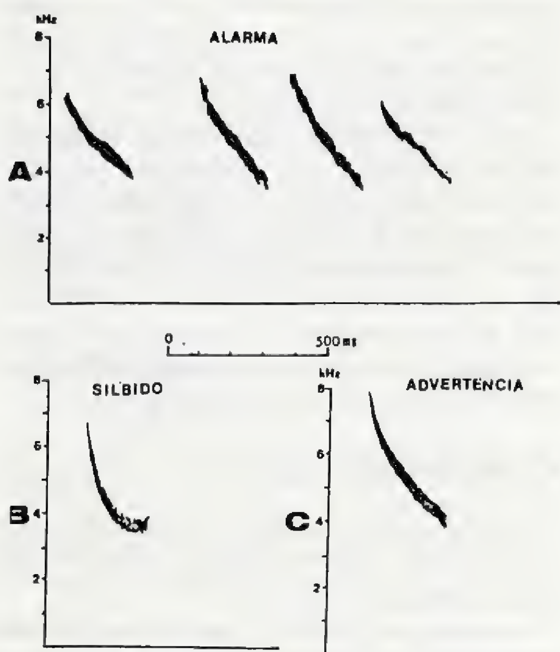


Fig. 5 Vocalizaciones de *Notiochelidon cyanoleuca* del Estado de Sao Paulo.
A) Grito de alarma B) advertencia y C) silbido.

Estas vocalizaciones son emitidas cuando el intruso, en este caso el observador, traspasa la distancia crítica de 6 m. y son acompañadas de vuelos rasantes sobre el observador. Luego la golondrina vuelve a su percha de vigilancia y comienza a efectuar un despliegue que consiste en el movimiento de la cabeza de un lado para el otro en un ángulo de 100º aproximadamente. Si la fuente de perturbación persiste, la golondrina vuelve a realizar vuelos rasantes y si el observador se aproxima aún más al nido ellas abandonan el lugar. Esta vocalización es emitida por ambos miembros de la pareja.

REPERTORIO VOCAL DE *TACHYCINETA LEUCORRHOA*

Las vocalizaciones emitidas por esta especie que fueron asociadas a las siguientes conductas: correspondiendo al canto, grito de contacto, grito de alarma y grito de lucha.

A.- CANTO (Fig. 6 - A)

El canto de esta especie está estructurado por notas tipo M-A1 y M-A2 organizadas de la siguiente manera: en primer lugar hay una nota inicial formada por 9-10 pseudopulsos con duración de 200 ms (M-A2). Luego es emitida la parte media del canto que generalmente está estructurado por tres notas de tipo M-A2, observándose variación individual del canto por aumento de una nota en esta parte de la vocalización. Cuando se produjo el canto se registró una disminución de dos notas en la región media del canto. La parte final del canto está formada por cinco unidades, denominadas con letra A hasta E. Esta es la sección estereotipada del canto con un número constante de elementos. Es interesante destacar que en esta especie las notas B a E representan pseudopulsos con desfases bruscos de frecuencia entre una y otra en un período muy corto de tiempo. La capacidad de esta especie en producir estas alteraciones de frecuencias en intervalos de 15 a 20 ms es notable. La duración total del canto varía entre 1500 y 2400 ms.

Esta vocalización forma parte esencialmente del reconocimiento específico. Esto fue comprobado a través de experimentos de reproducción de vocalizaciones en terreno: cuando los machos escuchaban sus propia vocalización, ellos representaban cambios en el comportamiento, como desplazamientos rápidos por el aire en forma excitada o vuelos rasantes sobre el observador, volviendo después al local donde se posaban. En la respuesta vocal a la emisión de su propio canto ocurrió una reducción del intervalo de tiempo entre las vocalizaciones, pasando de 1 a 2 s para 0,8 s entre una emisión y otra. Estos cambios eran más acentuados cuando se reproducía su canto en la presencia de otro individuo de la misma especie en el sector, situación en la que se producía un aumento de la intensidad sonora en la parte final del canto del individuo que respondía (Fig. 6-B).

Esta vocalización también fue escuchada en el cortejo siendo emitida por el macho posado o en vuelo y también en las etapas de construcción del nido e incubación, emitidas fuera o en el interior del nido.

B.- GRITO DE CONTACTO (Fig. 7 - A, B,C)

El grito de contacto está formado por un conjunto de pseudopulsos que presentan variaciones inter e intraindividuales en relación al número de pseudopulsos, que oscila entre 17 y 25, los intervalos de tiempo entre un grito y otro varía de 88 a 275 ms. Por otro lado su frecuencia es más o menos constante en los diferentes gritos, siendo su límite inferior 2400 Hz y 6750 Hz el superior (M-A3).

Esta vocalización es la más escuchada en los períodos de actividad de esta especie, siendo emitida en varios comportamientos como en vuelo, principalmente cuando los individuos se alimentan.

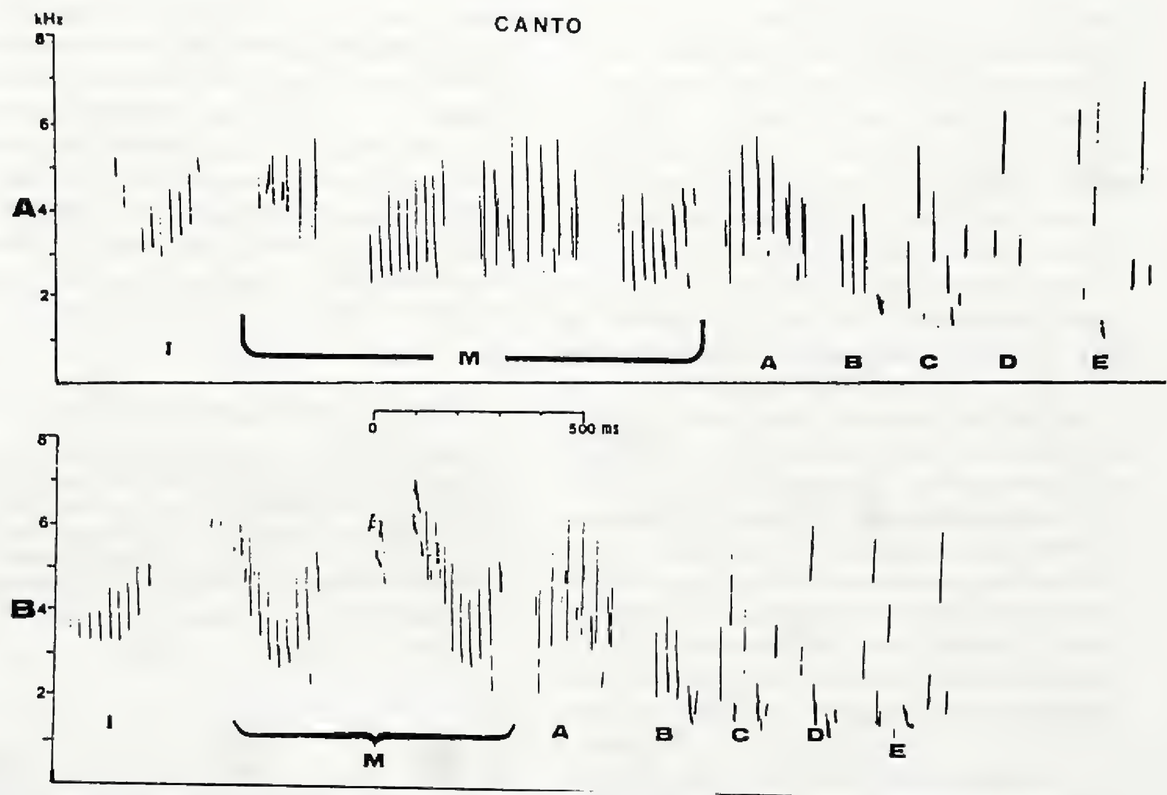
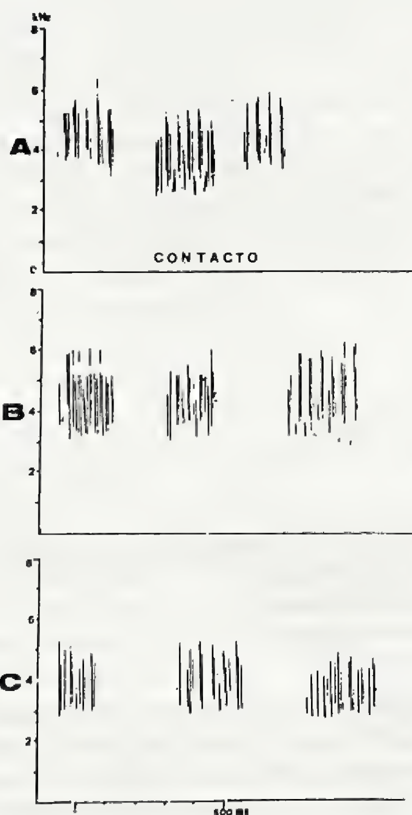


Fig.6 Vocalizaciones de *Tachycineta leucorrhoa* del Estado de Sao Paulo.
A) canto, B) canto emitido en respuesta a la reproducción de su propio canto.
I) parte inicial M) parte media A-E) notas finales.



en conductas de acicalamiento y descanso con otros individuos de la misma especie posados en perchas. Este grito acompaña el canto cuando es emitido para reconocimiento específico, cortejo y defensa del nido.

C.- GRITO DE ALARMA (Fig. 8 - A)

Son las notas formadas por 31 pseudopulsos que en conjunto sufren una pequeña modulación, primera descendente, luego ascendente y termina descendiendo entre 3000 y 5350 Hz. La duración es de 150 ms conintervalos de 100 ms. Cada grito es una nota tipo M-A4.

Este grito es emitido en las mismas circunstancias que los gritos de alarma de *N. cyanoleuca* e incluso la distancia crítica para provocar esta emisión coincide en 6 m. La misma nota que es utilizada como grito de alarma es utilizada como advertencia. En el caso de los gritos de alarma el intervalo entre una vocalización y otro es menor.

Fig.7 Vocalizaciones de *Tachycineta leucorrhoa* del Estado de Sao Paulo.
A) y B) Gritos de contacto posado.
C) Gritos de contacto en vuelo.

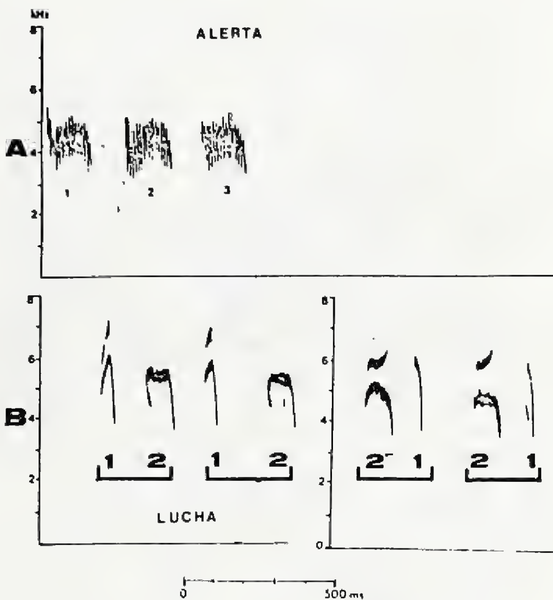


Fig. 8 Vocalizaciones de *Tachycineta leucorrhoa* del Estado de Sao Paulo.
A) Gritos de alarma y B) Gritos de lucha.

D.- GRITO DE LUCHA (Fig. 8 - A)

Este grito es formado por dos notas melódicas, donde la primera es una nota modulada presentando armónicos, cuyo fundamentak tendría una frecuencia de 1500 Hz, con una duración de 40 ms y su energía está concentrada en los armónicos A5 y A6 (nota tipo M-D1). La segunda nota es modulada con forma de arco en el sonograma con una duración de 100 ms, emitida 100 ms después de la primera nota y su frecuencia es equivalente a frecuencia de A5 de la primera nota, a pesar de ser un sonido puro (nota tipo M-B1). En el sonograma de la Figura 8, se observa que la nota de forma de arco tiene una estructura armónica semejante a la primera nota, pero que corresponde a emisiones simultáneas de cada lado de la siringe de dos sonidos puros sin relaciones armónicas (la modulación de las frecuencias es diferente entre las dos emisiones).

Esta vocalización fue observada en una pelea interespecífica, entre esta especie y otra de la misma familia, provocada por defensa de una percha.

VOCALIZACIONES DE *TACHYCINETA ALBIVENTER*

Las vocalizaciones observadas para esta especie fueron: grito de contacto, grito de alarma y un grito matinal. El canto para esta especie aún no está determinado, esto se podría deber a que *T. albiventer* no tiene un canto definido, se desconozca su existencia o que utilice una vocalización polifuncional para el reconocimiento específico. Los experimentos de respuesta a reproducción de sus propias vocalizaciones para determinar la existencia del canto para esta especie no se obtuvo resultado positivo.

A.- GRITO DE CONTACTO (Fig. 9 - A)

Este grito corresponde a una emisión compuesta de un número máximo de 12 pseudopulsos con duración que varía entre 125 y 140 ms e intervalos de 600 a 700 ms entre los gritos. Su frecuencia se distribuye en el rango de los 5200 - 5500 Hz con un límite superior de 6100 Hz e inferior de 3100 Hz. Estas estructuras corresponden al tipo de nota M-A2.

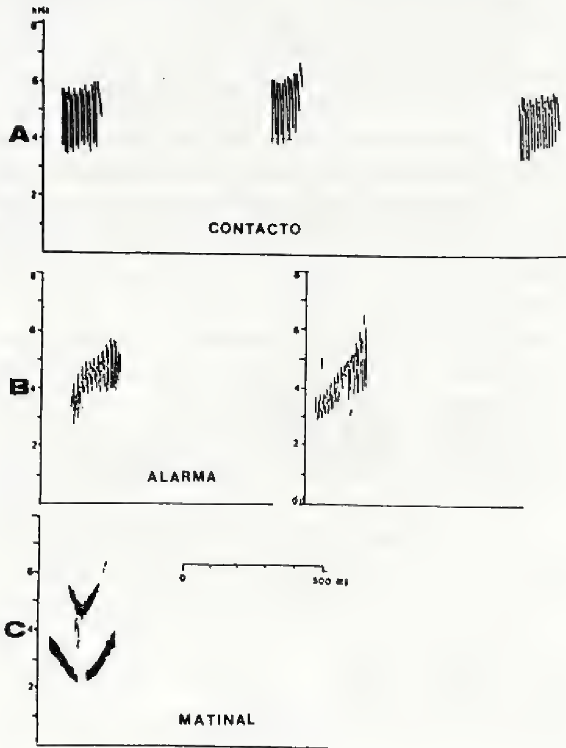


Fig.9 Vocalizaciones de *Tachycineta albiventer* del Estado de Sao Paulo.
A) Gritos de contacto.
B) Gritos de alarma.
C) Grito matinal.

Estas vocalizaciones son emitidas por la hembra o por el macho cuando se encontraban posados en los apostaderos, solo o acompañados de otros individuos. También fue observada su emisión

durante el vuelo con algunas diferencias estructurales como reducción de número de pseudopulsos a 7 y 8, reducción de la duración de la nota para 70 a 100 ms y un intervalo de 150 a 300 ms entre las notas, manteniéndose semejantes en cuanto a la frecuencia de emisión (tipo de nota M-A2). El grito de contacto en vuelo y posado es emitido en comportamientos de alimentación y acicalamiento respectivamente, emitido por ambos miembros de la pareja.

B.- GRITO MATINAL (Fig. 9 - C)

Vocalizaciones compuestas de una nota con duración de 330 ms modulada en forma de V en el sonograma y presenta armónicos, donde el fundamental tiene inicio anteriormente al A2, en los 3000 Hz. Esta nota fue clasificada como M-D2.

Este grito fue grabado en las primeras horas del amanecer siendo provocado por la aproximación del observador cuando la golondrina estaba posada.

C.- GRITO DE ALARMA (Fig. 9 - B)

Este grito formado por una nota pseudopulsada con duración de 179 a 190 ms y con una modulación ascendente, siendo, su frecuencia modulada principal entre los 3500 y 5500 Hz, alcanzando un límite superior de 6500 Hz e inferior de 2500 Hz (M-A4). Emitido repetidamente a intervalos de 2,0 s cuando es utilizado como advertencia y de 0,8 s cuando corresponde al grito de alarma propiamente tal.

Este grito es emitido en perchas cerca del nido por ambos miembros de la pareja. Es emitido como función de advertencia o alarma dependiendo de la distancia de la fuente de perturbación, siendo la distancia crítica para provocar el cambio de ritmo del grito aproximadamente a 4,5 o 5,0 m de distancia.

DISCUSION

La comunicación en las especies animales implica la participación de dos o más individuos. En las golondrinas este proceso es realizado principalmente mediante señales sonoras complementada por señales visuales.

El conjunto de vocalizaciones que componen un repertorio vocal de una especie está de acuerdo a las necesidades funcionales y ecológicas de ésta (Collias, 1960), por esta razón la señal acústica depende en gran parte de las propiedades acústicas del medio ambiente para maximizar la transmisión a distancia de una vocalización. La propagación de los sonidos en un medio determinado es importante para concretizar la comunicación entre el emisor y el receptor. En las especies de golondrinas estudiadas se constató que todos los gritos y cantos eran emitidos en perchas con altura superior a tres metros y mientras realizaban sus vuelos de alimentación y cortejo. Esta situación manifiesta un comportamiento para permitir la eficiencia de propagación del sonido que a nivel del suelo es reducida debido a la absorsión de energía sonora por el suelo y por gradientes atmosféricos, como viento y temperatura, que provocan la creación de una zona de sombreamiento (Morton, 1975). El mismo autor señala que la distancia en que un ave es capaz de comunicarse por medio de una señal vocal depende de la tasa de atenuación del sonido emitido, de la amplitud y de la onda sonora en la fuente, del nivel de ruido de fondo del ambiente y de la sensibilidad auditiva del receptor.

Al relacionarse la distancia de propagación y la tasa de atenuación de los sonidos, vemos que muchas aves canoras vocalizan en lo alto de los árboles u otros locales elevados, como ha sido verificado por Konishi (1970) y Morton (1975). Este último autor señala que especies de espacios abiertos emiten sus vocalizaciones en vuelo o en postes altos, cables eléctricos o antenas de televisión. Evidenciado por todos los comportamientos realizados por las especies estudiadas.

Las frecuencias de todas las vocalizaciones de las especies estudiadas, tienen un énfasis en la banda de frecuencia entre 3000 y 6000 Hz, característica de los sonidos emitidos por aves de espacios abiertos, de acuerdo con los valores encontrados por Morton (1975), también Chappuis (1971) señala que los cantos en espacios abiertos presentan en común una modulación rápida de frecuencia y notoria siendo el espectro de frecuencia más amplio mientras más abierto sea espacio del habitat. Elementos también presentes en las estructuras físicas de los sonogramas de las distintas vocalizaciones de las golondrinas

Este mismo autor señala que algunas especies que usan frecuencias relativamente altas y tonalidades puras cantan sólo en las primeras horas del día, probablemente evitando el establecimiento de las gradientes térmicas del día. Es interesante destacar que las golondrinas estudiadas no pre-

sentaron un comportamiento como el señalado por Morton (1975), ya que estas especies no tienen un horario específico para un determinado tipo de sonido, vocalizando a lo largo de todo el día. Hay cierta preferencia por los horarios de la mañana y fin de la tarde, lo que significaría una tendencia adaptativa a emitir en horarios que permitan atenuar el efecto del gradiente térmico sin que esto signifique que en otras horas del día no se escuchen sus vocalizaciones. Se observó una reducción aproximadamente del 60^{0}/o de la actividad vocal entre las 10 y las 15 hrs.

La necesidad de distinción específica de las vocalizaciones surge principalmente del hecho que las señales acústicas de comunicación son perceptibles a la distancia y pueden ser escuchados por individuos de otra especie. Esto está relacionado con la situación en que las señales acústicas pueden establecer comunicaciones tanto con enemigos como con compañeros, estos últimos incluyendo la pareja, juveniles, rivales y miembros del grupo no reproductivo, siendo que el factor determinante es la necesidad de distinguir las señales sonoras de las otras especies simpátricas y sintópicas (Marler, 1957).

Un factor selectivo de la estructura del sonido es su potencial de localización. Algunas emisiones exigen la detección de la dirección del emisor, como el canto, el grito de contacto o el grito de ahuyentar al predador (Hansen, 1978). La localización de la fuente sonora está determinada por diferencias binaurales de intensidad y sonido. (Marler, 1955) debido a esto, se señala que los gritos que tiene función de mantener la cohesión de la pareja o del grupo, gritos de contacto posado y gritos de localización de polluelos, deben ser cortos y conspicuos (Marler, 1957). Esto puede apreciarse en las golondrinas estudiadas, en los gritos que cumplen las funciones específicas de cohesión, junto con los gritos de contacto en vuelo y gritos de contacto de polluelos que son usados en funciones interespecíficas.

En razón al tamaño del repertorio vocal de *Notiochelidon cyanoleuca* fueron determinadas 10 vocalizaciones de las cuales 4 están relacionadas con el proceso reproductivo y las otras 6 a las conductas de relación entre padres y polluelos, defensa y agregación. Las dos especies de género *Tachycineta* presentaron repertorios con un número menor de vocalizaciones (*T. leucorrhoa*, 5 vocalizaciones y *T. albiventer* 3 emisiones vocales).

Las diferencias de los tamaños entre los repertorios de *N. cyanoleuca* de las demás especies de golondrinas consideradas en este estudio como también el hecho de ser simpátricas y sintópicas pueden ser consecuencia de mecanismos provocados por presiones selectivas para evitar las interferencias en la comunicación dentro de cada especie. Disminuir el repertorio es una manera de mantener la separación de las vocalizaciones utilizadas como señales entre especies simpátricas (Marler y Hamilton, 1966). Como consecuencia de esto podemos decir que el reducido tamaño del repertorio de *T. leucorrhoa* y *T. albiventer* podría estar relacionada a la distancia filogenética entre los dos géneros estudiados, situación no evidenciada en esta familia, lo cual sería resultado de presiones selectivas de difícil identificación que por desconocerse la historia evolutiva y dispersiva de las especies sería difícil establecer los posibles factores que determinaron tal reducción.

La clasificación de las vocalizaciones es generamente arbitraria como también las organizaciones de categorías conductuales ya establecidas por otros autores (Collias, 1960). Clasificar las vocalizaciones a través de categorías preestablecidas, confunde por ser difícil separar o unir una exhibición conductual. El mejor método es la observación directa de un comportamiento determinado que realiza un animal de acuerdo a las categorías naturales de uso (Altmann, 1967).

Las categorías seleccionadas fueron establecidas sobre la base de las características funcionales pero, también se consideraron las características estructurales de las vocalizaciones, puesto que de esta manera se obtendría una conclusión más real y válida (Mulligan & Olsen, 1969; Vielliard, 1986).

Las características funcionales fueron obtenidas observando en la naturaleza el evento conductual conforme a las propuestas de Collias (1960) y Vielliard (1986). Las vocalizaciones de las especies estudiadas fueron clasificadas de la siguiente manera:

- **Vocalizaciones de reconocimiento**: Entre éstas tenemos el canto por ser considerada de reconocimiento específico, también es considerado el grito de cortejo y algunos gritos de contacto que son utilizados para reconocimiento parental.

- **Gritos cohesivos**: Entre estos tenemos los gritos de contacto tanto posado como en vuelo y que cumplen la función de mantener la cohesión del grupo, de la pareja y familiar.

- **Gritos de petición de polluelos**: Son emisiones espontáneas provocadas por la presencia del adulto en la entrada del nido. A este caso corresponden los gritos de contacto emitidos por los polluelos principalmente.

- **Gritos hostiles**: Aquí se encuentran los gritos de alarma y de advertencia considerados como de conflicto intra o interspecífico. Estas vocalizaciones transmiten un mensaje que posibilite un cambio de actitud frente a la fuente que genera la emisión hóstil.

- **Gritos relacionados con la reproducción**: En la mayoría de las golondrinas estudiadas aquí el canto es utilizado como defensa del territorio y de cortejo a excepción de *Notiochelidom cyanoleuca*. El silbido y el grito de relevo son gritos considerados dentro de este grupo porque mantienen una sincronización del proceso reproductivo.

Al analizar las estructuras de las notas que forman el repertorio vocal de *Notiochelidom cyanoleuca* y de las otras especies estudiadas no fueron encontradas variaciones contínuas entre las vocalizaciones, posiblemente porque estas especies no presentan organización social compleja. Del punto de vista funcional cada vocalización está asociada a una determinada conducta, no existiendo notas intermediarias en diferentes estados motivacionales de la conducta. La única variación presentada por los diferentes grados de variación motivacional fue el aumento de la tasa de repetición de la emisión de los gritos de advertencia y de alarma.

Al considerar los repertorios vocales de las tres especies estudiadas podemos establecer que los gritos de contacto posado o volando son todos formados por notas muy semejantes en cuanto a su duración y frecuencia, siendo estructuralmente compuestos por seudopulsos o pseudopulsos ligeramente modulados que serían pequeñas variaciones interespecíficas. El hecho de que todos los gritos de este tipo hayan sido considerados estructural y funcionalmente semejantes me ha permitido considerarlos como un carácter común para todas las especies estudiadas pudiéndose inferir que es un carácter primitivo dentro de la familia *Hirundinidae* y vital para la sobrevivencia de las especies.

Finalmente se puede desprender que al relacionar las características estructurales y funcionales de las vocalizaciones estudiadas se puede concluir que los gritos de función similar tienen estructuras semejantes los cuales fueron considerados como homólogos en los casos de los gritos de contacto y alarma para las especies del género *Tachycineta*.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jacques Vielliard por su inapreciable ayuda en el desarrollo de este trabajo. A Cecilia Copi por la revisión y sugerencias a los análisis de los sonogramas y a Verónica Martínez por la mecanografía del texto.

REFERENCIAS

ALTMANN, S.A. 1967. The structure of primate social comunication. *In:* ALTMANN, S.A., ed., Social Communication Among Primates. Chicago. Univ. of Chicado Press., p. 325-362.

BEECHER, M.D.; BEECHER, I.M. and S. LUMPKIN. 1981a. Parent-offspring recognition in the Bank Swallows. (*Riparia riparia*): I: Natural History. Anim. Behay., *29*:86 - 94.

BEECHER, M.D.; BEECHER, I.M. & S. HAHN, 1981b. Parent-offspring rcognition in the Bank Swallows. *(Riparia riparia):* II: development and a acoustic basis. Anim. Behay., *29:* 95 - 101.

BEECHER, M.D.; STODDARD, P.K. & P. LOESCHE. 1985. Recognition of parents' voices by young Cliff Swallows, Auk *102:* 600 - 605.

BROWN, C.R. 1985. Vocalizations of Barn and Cliff Swallows. The southwestern naturalist, *30*(3): 325 - 333.

BURTT, E.H. 1977. Some factor in the timing of parent-chick recognition in swallows. Anim. Behay., *25*:231 - 239.

CHAPUIS, C. 1971. Un example de l'influence du milieu sur les èmissions vocales des oiseaux: l'èvolution des chants en forêt èquatoriales. Terre et. Vie, *25:* 183 - 202.

COLLIAS, N.E. 1960. An ecological and functional classification of animal sounds. In: LANYON & TAVOLGA, ed., Animal sounds and communication. Washington, Am. Inst. of Biological Sciences., p. 368 - 391.

EDWARD, E.P. 1974. A coded list of birds of the world. Sweet Briars USA. 1974 p.

FANDIÑO-MARIÑO, J.H. 1986. Anàlise da comunicacao sonora do anubranco *Guira guira* (Aves: Cuculidae), Avaliacoes ecològicas e evolutivas. UNICAMP, Campinas, SP:

HANSEN, P. 1978. Ecological adaptations in birds songs. Natura Jutlandica, *20*:33 - 54.

KONISCHI, M. 1970. Evolution of design features in the coding of species-specificity. Am. Zoologist, *10*:67 - 72.

LEHNER, P.N. 1979. Handbook of Ethological Methods. Garland STPM Press, New York & London. 403 pp.

LEROY, Y. 1979. L'univers sonore animal. Bordas, Paris. 350 pp.

MARLER, P. 1955. Characteristics of some animal calls. Nature, *176*:6 - 8.

MARLER, P. 1957. Specific distinctiveness in the communications signals of birds. Behaviour, *11*:13 - 39.

MARLER, P. & W.J. HAMILTON. 1966. Mechanisms of animal behavior. John Wiley and sons, New York.

MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1970. A guide to the birds of South America. Livingston Publishing Company. Wynnewood, Pensylvania, USA. 470 p.

MORTON, E.S. 1975. Ecological sources of selection on avian sounds, Am. Nat., *109*:17 - 34.

MULLIGAN, J.A. & K.C. OLSEN. 1969. Communication in canary courtship calls. In: HINDE, R.D., ed., Bird vocalizations. Cambridge Univ. Press.

PRODON, R., 1982. Sur la nidification, le règime alimentaire et les vocalisations de l'Hirondelle rousseline en France *Hirundo daurica rufula* (Temmink) Alauda, *50*(3):177 - 191.

SAMUEL, D.E. 1971. Vocal repertoires of sympatric Barn and Cliff Swallows. Auk, *88*:839 - 855.

SIEBER, O.J. 1985. Individual recognition of parental calls by Bank Swallows chick (*Riparia riparia*). Anim. Behay. *33*:107 - 116.

SMITH, W.J. 1963. Vocal communication of information in bird. Am. Nat., *97*:117 - 125.

STODDARD, P.K. & M.D. BEECHER. 1983. Parental recognition offspring in the Cliff Swallows. Auk *100*(4):796 - 799.

THORPE, W.H. 1961. Bird-song: the biology of vocal communication and expression in birds. Cambridge. Cambridge. Univ. Press., 143 p.

VIELLIARD, J. 1986. O uso da bioacústica na observacao de aves. Anais de II Encontro nacional de anilhadores de aves. Univ. Federal de Rio de Janeiro. p. 98 - 121.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 99 – 101, 1989

NUEVOS ANTECEDENTES DE LA DIETA DE *TYTO ALBA* EN EL PARQUE NACIONAL LA CAMPANA

SERGIO ZUNINO y MAURICIO ARCOS

La lechuza, *Tyto alba* (Scopoli), 1769, especie de amplia distribución en el mundo, en Chile se encuentra desde Arica a Isla Navarino viviendo tanto en las ciudades como en el campo. Numerosos estudios se han realizado sobre diversos aspectos de su alimentación. Algunos de ellos describen de manera muy completa la dieta y el tamaño corporal de las presas consumidas (Schamberger y Fulk, 1974; Jaksic et al, 1977; Jaksic y Yáñez, 1979, 1980). Menores son las contribuciones acerca de las variaciones dietarias temporales (Cerpa y Yáñez, 1981; Torres-Mura y Contreras, 1989).

El objetivo del presente trabajo es conocer la evolución mensual de la dieta de esta ave durante un período crítico de su ciclo vital, como es la época de postura y cría.

Para el desarrollo de esta investigación se recolectaron mensualmente egagrópilas en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, en la parte baja del sector Granizo perteneciente al Parque Nacional La Campana (32º 57' S y 71º 08' W). Un mes antes de la primera recolección se eliminaron todos los regurgitados en el área de estudio. Cada una de las egagrópilas fue pesada y medidos su largo y diámetro mayor; los valores medios mensuales fueron comparados con la prueba de la diferencia mínima significante (dms, a un nivel de 5º/o de significancia).

El peso medio de las presas consumidas por *Tyto alba* fue obtenido de las colecciones de referencia de mamíferos del Museo de Historia Natural de Valparaíso.

De acuerdo a nuestros resultados (Tabla 1), el peso, diámetro mayor y el número de presas no muestran diferencias significativas, lo cual es atribuido a que durante los meses de estudio sólo se observaron animales adultos, los que posteriormente desaparecieron del sector.

El número medio total de presas por egagrópilas (1.31) es muy semejante a los valores señalados para: el Parque Nacional La Campana (Simonetti y Walkowiak, 1979), la precordillera frente a Santiago (Jaksic y Yáñez, 1979 y 1980) y la región andina de San Fernando (Torres-Mura y Contreras, 1989).

Las presas consumidas por *T. alba* reconfirman a esta ave como una depredadora fundamentalmente de micromamíferos y de manera especial de roedores (84.2º/o).

Cifras muy semejantes han sido señaladas para Chile Central y Santiago (Jaksic y Yáñez, 1979 y 1980) y para la región costera de Valparaíso (Cerpa y Yáñez, 1981).

Los antecedentes indican que la Lechuza, a pesar de mostrar una especializacipn en el consumo de roedores, parece efectuar una selección basadas en el tamaño corporal de las mismas, prefiriendo las de mayor peso *Abrocoma bennetti, Octodon lunatus* y *Octodon degus*, las que en conjunto significan entre el 38 a 61º/o de las presas consumidas. Mostrando cierta selectividad en la predación, al consumid mayor cantidad de especimenes de *A. bennetti* y *O. lunatus* que de *O. degus*, a pesar que esta última especie presenta densidades poblacionales mucho más altas (Zunino y Sáiz, 1991).

La particular depredación sobre *Oryzomys longicaudatus*, aunque tiene un bajo peso corporal medio y alcanza representaciones de 12.9, 25.8 y 21.4o/o para los respectivos meses sería producto de su mayor abundancia y por ser la especie que entre todos los cricétidos efectua mayores desplazamientos (sobre todo en primavera), lo cual la torna más vulnerable a la prekación (Murúa et al, 1982).

Museo de Historia Natural de Valparaíso. Casilla 3208 Correo 3, Valparaíso - Chile.

TABLA 1

PRESAS CONSUMIDAS Y VALORES MEDIOS DE LOS PARAMETROS DE LAS EGAGROPILAS DE LECHUZA

PRESAS	PESO	(n)	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Marmosa elegans	33	15	4	6	–	10
Octodon degus	144	57	4	2	1	7
Octodon lunatus	169	4	7	4	3	14
Abrocoma bennetti	230	10	8	6	4	18
Akodon olivaceus	26	31	–	1	1	2
Akodon longipilis	50	20	1	–	–	1
Oryzomys longicaudatus	25	22	4	8	3	15
Roedores indet.	– –	– –	3	2	2	7
Aves	– –	– –	–	2	–	2
n de presas	– –	– –	31	31	14	76
n de egagrópilas	– –	– –	21	24	13	58
EGAGROPILAS						
Peso (g)			5.6	4.5	3.4	4.6
Diámetro (mm)			26.9	5.7	24.9	26.7
Largo (mm)			43.5	43.5	42.0	43.2
Presas/Egagrópilas			1.48	1.29	1.08	1.31

Idéntico fenómeno se reconoce para la región precordillerana de Santiago, en donde Jaksic y Yáñez (1980) encontraron que en Septien bre la lechuza depreda fuertemente sobre *A. bennetti* (43.4o/o), a pesbr que sus abundancias son muy discretas frente a las de otros componentes de la comunidad de pequeños mamíferos (Jaksic y Yáñez, 1978).

En conclusión, *T. alba* se reconfirma como un predador de pequeños mamíferos con selectividad centrada en *A. bennetti, O. lunatus y O. longicaudatus*, al menos durante la época de postura y cría. Con ello esta ave asegura el aporte energético necesbrio para cumplir con esta etapa. Si estas especies no están presentes en la cantidad adecuada, la lechuza ejerce su acción sobre especies de reemplazo. Ellas corresponden a animales de menwr talla, con lo cual debe aumentar el esfuerzo de caza a fin de completar sus requerimientos.

Nuestros resultados, en comparación con los aportados por Simonetti y Walkowiak (op. cit.) para la misma localidad dentro del P.N. La Campana, por causas metodológicas, sólo permiten demostrar que actualmente la lechuza ha diversificado la predación, pasando de 5 a 7 especies. Para ambas oportunidades se reconocen cuatro especies comunes: *A. bennetti, O. lunatus, O. longic audatus y M. elegans*. Siendo *A. bennetti* la presa más importante y de valores semejantes, las otras especies presentan notables variaciones porcentuales.

REFERENCIAS

CERPA, C. & J. YAÑEZ. 1981. Variación estacional de la dieta de *Tyto alba* (Gray, 1829) en la zona mediterránea de Chile Central Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. *38:* 137 - 146.

JAKSIC, F. & J. YAÑEZ, 1978. Variación anual de la composición comunitaria de micromamíferos de Los Dominicos. Not. Mensual Mus. Nac. Hist. nat., *23* (247): 10 - 11

JAKSIC, F.M. & J. YAÑEZ, 1979. The diet of the barn owl in Central Chile and its relation to the availability of prey. Auk *96:* 619-621.

JAKSIC, F.M. & J. YAÑEZ, 1980. Differential utilization of prey resources by great horned owls and barn owls in Central Chile. Auk *97:* 895 - 896.

JAKSIC, F.M.; J. YAÑEZ; R. PERSICO & J.C. TORRES, 1977. Sobre la partición de recursos por los Strigiformes de Chile Central An. Mus. Hist. nat. Valparaíso, *10:* 185 - 194.

MURUA, R.; L. GONZALEZ & C. JOFRE. 1982. Estudios ecológicos de los roedores silvestres en los bosques templados fríos de Chile. Pub. Ocas. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, *38:* 105 - 116.

SCHAMBERGER, M. & G. FULK. 1974. Mamíferos del Parque nacional Fray Jorge. Idesia, *3:* 167 - 179.

SIMONETTI, J. & A. WALKOWIAK. 1979. Presas de *Tyto alba* Gray 1879. (Aves; Strigidae) en el P. N. La Campana. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, *12:* 89-91.

TORRES-MURA, J. C. & L. c. CONTRERAS. 1989. Ecología trófica de la lechuza blanca *(Tyto alba)* en los Andes de Chile Central. Studies On Neotropical Fauna & Environment, *24:* 97 - 103.

ZUNINO, S. & F. SAIZ. 1991. Estructura y densidad poblacional de *Octodon degus.* Mol Studies On Neotropical Fauna & Enrironment. *26* (3): 143 - 1

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 103 – 108, 1989

SOBREPOSICION DE NICHO Y PATRONES DE DISTRIBUCION DE *LUTRA FELINA* Y *L. PROVOCAX* (Mustelidae, Carnivora) EN EL MEDIO MARINO DE SUDAMERICA AUSTRAL

WALTER H. SIELFELD

ABSTRACT

Niche overlap between *Lutra felina* (Molina, 1782) and *L. provocax* Thomas, 1902, from marine habitats of southern Patagonia are presented and analyzed in order to understand their particular distributional patterns.

The two species showed high foo-similarity (0.85 for food-items: 0.90 for fish prey-size and 0.80 for fisurellid prey-size). The use of rocky shores (0.99 similarity between preferences of both species) explains their absence from Atlantic Patagonian coasts, which are mainly sandy.

The observed restriction of *L. felina* to shores heavily exposed to oceanic waves and wind, and of *L. provocax* to protected estuarine conditions of the inner archipelago, seems to be result of a segregation strategy directed to a reduction of interspecific competition between these species.

INTRODUCCION

El extremo austral sudamericano alberga dos especies del género *Lutra* Brünnich (Osgood, 1943; Cabrera, 1957), de las cuales *L. felina* (Molina, 1782) habita el litoral marino rocoso entre Perú y el Cabo de Hornos (Castilla y Bahamondes, 1979; Ostfeld et al., 1989).

La segunda especie, *L. provocax* (Thomas, 1902) frecuenta las aguas continentales chilenas entre la Región del Bío-Bío y Aysén, así como territorios argentinos adyacentes (Osgood, op. cit., Chehebar, 1985). En el archipiélago patagónico habita también aguas saladas de senos y canales (Sielfeld et al., 1978).

En el medio marino fuego-patagónico ambas especies no coexisten (Sielfeld, in: Aonken - Conaf, 1982 a y b) pero al ser contiguas sus poblaciones, debe suponerse algún grado estrecho de sobreposición poblacional.

En la presente nota se procede al análisis del grado de sobreposición de nicho de las especies *Lutra felina* y *L. provocax* en ambientes marinos de la Patagonia Austral chilena, bajo consideración de algunas dimensiones del medio ambiente y la alimentación. Estas dimensiones han sido señaladas como fundamentales para estudios de otras comunidades animales (Pianka, 1973; Schoener, 1974). Mediante ello se intenta buscar explicación a los patrones distribucionales anteriormente señalados para las dos especies.

MATERIALES Y METODO

Características del área de estudio:

Las formaciones geológicas mayores de la región magallánica se ordenan en franjas continuas y paralelas que se suceden en un sentido oeste-este (Instituto Geológico de Chile, 1968).

Dentro de las áreas distribucionales de *Lutra felina* y *L. provocax*, estas formaciones geológicas están representadas por rocas de tipo compacto (dioritas, rocas metamórficas, rocas de Paleozoico y basaltos). Sus características, junto a la abrupta orografía típica de la zona, dan origen a playas rocosas de gran pendiente. Ellas son en consecuencia muy aptas para la subsistencia de lutrínidos.

La vegetación, sin lugar a dudas, es el aspecto mayormente estudiado en la región austral y sobre la cual Moore (1974) presenta un cuadro general de distribución de las principales provincias botánicas de la región. Ellas siguen un patrón distribucional en franjas, comparable al señalado para las formaciones geológicas, donde fuera del factor edáfico, también dependen directamente del grado de precipitación. Jeréz y Arancibia (1972) presentan un análisis detallado de la precipitación en la XII Región: Magallanes.

Finalmente los vientos dominantes que caracterizan la zona archipelágica patagónica provienen del Pacífico y varían entre NO y SO (Zamora y

Departamento de Ciencias del Mar. Univesidad Arturo Prat. Casilla 121. Iquique - Chile

Santana, 1979). Considerando la particular estructuración de la zona, se infiere una paulatina pérdida del efecto oceánico a nivel superficial y en sentido este, al actuar como obstáculos las numerosas islas e islotes montañosos que conforman la zona.

ORIGEN DE LOS DATOS:

La Información de terreno fue recogida en un total de 100 estaciones de muestreo, enmarcadas dentro de los límites de la XII Región: Magallanes y al sur de los 49º 50' S. En la figura 1 se indican detalles sobre ubicación de cada una de ellas, así como presencia/ausencia de especies. La ubicación de estaciones continentales fue dirigida al análisis de ríos y lagos, mientras las estaciones insulares dependieron directamente de las condiciones de fondeo que se fueron encontrando durante la navegación. La ubicación geográfica exacta de cada estación ha sido anteriormente señalada por Sielfeld (1984 y 1990) por lo que se omiten detalles.

Los hábitos alimentarios fueron inferidos del análisis fecal y restos alimenticios asociados a madrigueras que previamente han sido analizados en detalles por Sielfeld (1984) para *L. provocax* y Sielfeld (1990) para *L. felina*.

El análisis de aspectos vegetacionales se basó en los resultados fitogeográficos presentados por Aonken (op. cit.). De ellos se consideró exclusivamente la línea costera de los diversos grupos insulares. Las unidades vegetacionales ahí consideradas presentan carácter de provincias bióticas, reconociéndose **Bosque Magallánico Peremnifolio** y **Tundra Magallánica** (Pisano, 1973). Dentro de la categoría de los bosques peremnofolios o higrófilos se hizo distingo de tres categorías típicas (utilizadas por Aonken, op. cit.): **bosque achaparrado** con altura menor a 10 metros, por lo general con desarrollo en bandera por su exposición a los vientos: **bosque malo** de 10 metros o más de altura, crecimiento recto pero sin valor maderero, y **bosque regular** que a diferencia del anterior presenta alturas y diámetro de fuste que hacen posible alguna actividad maderera.

TRATAMIENTO ESTADISTICO:

La variedad de presas fue medida mediante los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener.

Los cálculos de grado de sobreposición se realizaron bajo consideración de los comentarios de Hurlbert (1978), Petraitis (1979), Abrams (op. cit.) y Slobodchikoff y Schulz (1980). Sobre esa base se eligió la expresión simétrica de Pianka (1973) para el presente estudio. Dicha expresión anteriormente ha sido utilizada con fines similares por Huey y Pianka (1977).

PREMISAS DE TRABAJO:

Para los efectos de comparación entre la alimentación de ambas especies en estudio, se consideró que durante la depredación serían incapaces de hacer distingo entre categorías taxonómicas similares en forma y habitat. En consecuencia se asimilaron las diversas especies a las siguientes categorías: **peces, fisurelliformes, patelliformes y caracoles** (Tabla 3).

También se supuso disponibilidad ilimitada de situaciones favorables para la instalación de madrigueras, de modo que las características imperantes en asociación a cada madriguera, estarían de acuerdo a las preferencias de habitat de los individuos.

Lo anterior debe ser revisado sin embargo, ya que al menos en el caso de *L. felina* podría explicar la conducta mucho más gregaria, que esta especie presenta respecto a las otras especies del género.

RESULTADOS

ASPECTO FISICO DEL HABITAT:

En la Tabla 1 se presenta la presencia porcentual de las madrigueras encontradas para ambas especies de nutrias, ordenadas en diversas situaciones granulométricas del litoral. Los valores de similitud indican que con respecto a esta variable (similitud 0.99) ambas especies tendrían preferencias similares, utilizando fundamentalmente litorales de **tipo rocoso no fracturado** o **de cantos**. Resultados similares han sido encontrados por Castilla (1982) para *L. felina* en el litoral de Chile Central.

La preferencia por la variable **grado de exposición a las olas oceánicas** alcanza escasa similitud (valor 0.1). Ello se refleja en la característica segregación de *L. felina* a ambientes de alta exposición (litoral exterior), mientras un 90% de las madrigueras encontradas para *L. provocax* correspondieron a litoral protegido de senos y canales interiores.

TABLA 1

PRESENCIA PORCENTUAL DE MADRIGUERAS DE *LUTRA FELINA Y LUTRA PROVOCAX* EN DIVERSAS SITUACIONES DE HABITAT DEL ARCHIPIELAGO PATAGONICO AUSTRAL

SITUACIONES TIPO		PRESENCIA PORCENTUAL (°/o) Lutra felina (n = 53)	Lutra provocax (n = 171)
Ubicación de las madrigueras	GRIETAS	5.7	4.1
	CANTOS Y BLOQUES menores a 2 m	37.7	23.4
	CANTOS Menores a 2 m y RAICES de árboles	54.7	24.6
	RAICES de árboles y TIERRA	1.9	47.9
Granulometría del litoral	PAREDONES sin fractura	56.7	57.8
	CANTOS Mayores a 2 m	16.7	14.4
	CANTOS Menores a 2 m	26.7	25.4
	GRAVA (1 - 4 cm)	–	1.6
	GRAVILLA (Menos 2 cm)	–	0.5
Vegetación del litoral	BOSQUE NORMAL	8.5	98.2
	BOSQUE ACHAPARRADO	50.9	1.8
	MATORRAL COSTERO	40.6	–
Exposición a viento y oleaje	EXPUESTO	65.0	1.6
	SEMIEXPUESTO	31.7	8.2
	PROTEGIDO	3.3	90.2

VEGETACION LITORAL:

Las áreas distribucionales de *L. felina* y *L. provocax* se presentan restringidas fundamentalmente a las provincias bióticas **Tundra Magallánica** y **Bosque Siempreverde**. Ello se concluye al comparar los presentes resultados con la zonación propropuesta por Moore (1974).

La baja similitud de características vegetacionales asociadas a las madrigueras de ambas especies de nutrias (Tabla 2; valor 0.14) deriva de la presencia en situaciones de **bosque normal** del 98.2°/o de las madrigueras encontradas para *L. provocax*. Por otro lado el 91.5°/o de aquellas de *L. felina* fue encontrado en situaciones de mayor exposición a viento y marejada, del tipo matorral y/o bosque achaparrado.

La aplicación de una prueba x^2 (Chi cuadrado) entre vegetación y grado de exposición indicó la no independencia de ambas variables ($P \leqslant 0.001$). En consecuencia y aceptando la variable vegetación como dependiente, se supone que el grado de exposición a olas y viento sería el carácter fundamental para explicar la ya señalada segregación distribucional de ambas especies de nutrias.

MODALIDAD DE CONSTRUCCION DE MADRIGUERAS:

El análisis de este aspecto mostró que prevalece la utilización de situaciones con tierra y raíces de las especies arbóreas ecológicamente dominantes, en el caso de *L. provocax* y cantos y bloques desvegetados para *L. felina* (Tabla 1; sobreposición 0.6).

COMPORTAMIENTO TROFICO:

En Tabla 2 se resumen los resultados de los análisis fecales señalados por Sielfeld (1984) para *L. provocax* y Sielfeld (1990) para *L. felina*. Las altas similitudes en la composición específica (Valor 0.85) expresada en la Tabla 2 y talla de presa (valor 0.98 para peces, 0.80 para Fisurelliformes y valor 0.57 para Patelliformes y caraco-

TABLA 2

RESULTADOS DEL ANALISIS FECAL DE *LUTRA FELINA* y *L. PROVOCAX* EN ARCHIPIELAGO PATAGONICO AUSTRAL

ESPECIES	FRECUENCIA DE APARARICION			
	Lutra felina		Lutra provocax	
	n	o/o	n	o/o
CLASE MAMMALIA				
Rodentia indet.	1	1.0	1	0.4
CLASE AVES				
Aves indet.	3	2.9	9	3.1
CLASE OSTEICHTHYES				
Patagonotothen spp.	29	27.6	101	35.0
Cottoperca gobio (Günther)	2	1.9	1	0.4
Eleginops maclovinus (Cuvier)	2	1.9	4	1.4
Harpagifer bispinis (Roule)	1	1.0	–	–
Trachurus murphyi Nichols	–	–	2	0.7
Salilota australis (Gunther)	–	–	2	0.7
Ramnogaster/Sprattus	–	–	7	2.4
Pisces indet.	55	52.4	110	38.1
CLASE CRUSTACEA				
Cancer edwardsi (Bell)	4	3.8	9	3.1
Taliepus dentatus (Milne - Edwards)	4	3.8	–	–
Halicarcinus planatus (Fabricius)	–	–	1	0.4
Acanthocyclus albatrossis (Rathbun)	3	2.9	18	6.2
Lithodes antarticus (Jaquinot)	8	7.6	33	11.4
Paralomis granulosa (Jaquinot)	–	–	8	2.8
Munida gregaria (Fabricius)	11	10.5	98	33.9
Campilonotus vagans (Bate)	12	11.4	21	7.3
Crustacea indet.	2	1.9	1	0.4
CLASE ASCIDIACEA				
Ascidacea indet.	1	1.0	–	–
CLASE ECHINOIDEA				
Loxechinus albus (Molina)	20	19.1	–	–
FECAS TOTALES ESTUDIADAS	105	100.0	289	100.0

les) calculada a partir de la información presentada en Tabla 3, así como valores similares de diversidad (4.17 y 4.77 con el índice de Simpson y 2.27 y 2.44 con el índice de Shannon-Wiener, para *L. felina* y *L. provocax* respectivamente) certifican gran parecido entre los nichos tróficos de ambas especies de nutrias.

CONCLUSIONES

El análisis comparativo entre las principales dimensiones de los nichos de las especies *Lutra felina* y *Lutra provocax* del extremo austral sudamericano (XII Región:Magallanes) permitió concluir los siguientes aspectos:

La presencia de las dos especies está determinada por la presencia de un litoral rocoso, que facilite su rápido e imperceptible acceso y salida del agua. Ambas especies sobreponen sus preferencias en un alto grado (0.99) y no habitan en consecuencia las costas atlánticas y la mitad oriental del estrecho de Magallanes, cuyas costas son arenosas de poca pendiente.

La alimentación de las dos especies también mostró ser virtualmente idéntica (0.85 similitud en especies consumidas; 0.98 en talla de peces; 0.80 en talla fisulliformes). En consecuencia, en caso de existir disponibilidad limitada de presas es posible esperar un grado no precisado de competencia interespecífica.

A pesar de la ya señalada similar utilización de especies presa y tipo de litoral rocoso, *L. felina*

TABLA 3

TAMAÑO DE PRESA DE CUATRO TIPOS DE PRESAS COMUNES DE *LUTRA FELINA* Y *L. PROVOCAX* EN EL ARCHIPIELAGO PATAGONICO AUSTRAL

TIPO DE PRESA	RANGO DE TALLA (MM)	L. provocax		L. felina	
		n	o/o	n	o/o
	25 - 50	3	4.8	18	7.6
	51 - 75	32	50.8	102	43.0
	76 - 100	14	22.2	66	27.9
PECES:	101 - 125	10	15.8	30	12.7
Patagonotothen spp.	126 - 150	2	3.2	12	5.1
Eligonops maclovinus (Cuvier)	151 - 175	–	–	8	3.4
	176 - 200	2	3.2	–	–
	301 - 325	–	–	1	0.4
	TOTAL 6	63	100.0	237	100.0
	40 - 50	3	7.1	2	4.1
FISURELLIFORMES:	51 - 60	10	23.8	3	6.1
Fisurella picta (Gmelin)	61 - 70	3	7.1	3	6.1
Fisurella oriens Sowerby	71 - 80	12	28.6	10	20.4
Fisurella nigra Lesson	81 - 90	13	31.0	17	34.7
	91 - 100	1	2.4	13	26.5
	101 - 110	–	–	1	2.0
	TOTAL	42	100.0	49	100.0
PATELLIFORMES:	21 - 35	3	33.3	2	5.6
Nacella magallanica (Gmelin)	36 - 50	1	11.1	22	61.1
Scurria scurra (Lesson)	51 - 65	5	55.6	11	30.6
	66 - 65	–	–	1	2.8
	TOTAL	9	100.0	36	100.0
CARACOLES:	31 - 50	1	6.7	1	14.3
Acanthina monodon (Scolander)	51 - 70	5	33.3	–	–
Trophon geversianum (Pallas)	71 - 90	4	26.7	5	71.4
Adelomelon magallanica (Gmelin)	91 - 110	3	20.0	1	14.3
Fisitriton magallanicus (Roeding)	171 - 191	2	13.3	–	–
Concholepas concholepas (Brugiere)					
	TOTAL	15	100.0	7	100.0

habita el litoral expuesto y exterior y *L. provocax* aquel de senos y canales protegidos del archipiélago fuegopatagónico.

A pesar de la ya señalada similar utilización de especies presa y tipo de litoral rocoso, *L. felina* habita el litoral expuesto y exterior y *L. provocax* aquel de senos y canales protegidos del archipiélago fuegopatagónico.

Dentro del esquema anterior, *L. felina* de presunto origen septentrional y adaptación más antigua al medio marino, excluirá a *L. provocax* de las costas netamente marinas y exteriores. *L. provocax* en su proceso de invasión hacia el sur, relacionado con el paulatino retroceso de la última glaciación, mantendría su dominio sobre los sistemas estuariales y protegidos de canales y senos de la región austral.

Finalmente, a causa de la señalada segregación de las dos especies de nutrias a zonas muy distintas en su grado de exposición a viento y marejada, sus madrigueras adoptarían modalidades parcialmente distintas, a causa de la mayor o menor presencia de componentes edáficos y/o vegetacionales.

AGRADECIMIENTOS
El autor agradece a los señores : José Yáñez. Sección Mastozoología, Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, y José Valencia, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, por sus valiosos comentarios y sugerencias en la preparación del presente manuscrito.

REFERENCIAS

ABRAMS, P. 1980. Some comments on measuring niche overlap. Ecology 61 (1): 44 - 49.

AONKEN CONSULTORES LTDA. 1982 b. Catástro y Evaluación de Recursos Parques Nacionales Hernando de Magallanes, Alberto de Agostini y Reserva Forestal Holanda. Corporación Nacional Forestal XII Región - Aonken Consultores Ltda. Informe Técnico , Punta Arenas, Chile, 204 p.

CABRERA, A. 1 57. Catálogo de los Mamíferos de América del Sur. Rev. Mus. Arg. C. C. Nat. Bernardino Rivadavia 4:271-275.

CASTILLA, J.C. 1982. Nuevas observaciones sobre conducta, ecología y densidad de *Lutra felina* (Molina, 1782)(Carnivora:Mustelidae) en Chile. Publicación Ocasional, M.N.H.N., Santiago, p. 197 - 206.

CASTILLA, J.C. & I. BAHAMONDES. 1979. Observaciones conductuales y ecológicas sobre *Lutra felina (Molina, 1782)* (Carnívora, Mustelidae) en la zona central y centronorte de Chile. Arch. Biol. Med. Experimentales, 12:119 - 132.

CHEHEBAR, C. 1985. A survey of the southern river otter *Lutra provocax* Thomas in Nahuel Huapi National Park, Argentina. Biol. Conserv. 32 (1985): 299 - 307.

HUEY, R. B. & E. R. PIANKA. 1977. Patterns of niche overlap among broadly sympatric versus narrowly sympatric Kalanari Lizards (Scincidae: Mabuya). Ecology 58:199 - 128.

HURLBERT, S.H. 1 98. The measurement of niche overlap and some relatives. Ecology 59:67 - 77.

INSTITUTO GEOLOGICO DE CHILE. 1968. Carta geológica de Chile. Escala 1:1.000.000. Santiago de Chile.

JEREZ, M. & M. ARANCIBIA. 1972. Trazado de isoyetas del sector centro-oriental de la provincia de Magallanes. Publicación del Instituto de la Patagonia, Serie Monografías, Punta Arenas, Magallanes, Chile, 30 p.

MOORE, D.M. 1974. Catálogo de las plantas vasculares nativas de Tierra del Fuego. Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile), 5 (1-2): 105 - 121.

OSGOOD, W. 1943. The mammals of Chile. Zool. Ser., Field Mus. Nat. Hist., 30(543): 268 p.

OSTFELD, R.S.; L. EBENSPERGER.; L. L. KLOSTERMAN & J. C. CASTILLA. 1989. Foraging, Activity Budget, and Social Behavior of the South American Marine Otter *Lutra felina* (Molina, 1782). National Geographic Research 5(4): 422 - 438.

PETRAITIS, P.S. 1981. Algebraic and graphical relationships among niche breath measures. Ecology 62(3):545 - 548.

PIANKA. E.R. 1973. The structure of lizard communities. Annual Rev. Ecol. Syst., 4: 53 - 74.

PISANO, E. 1973. Fitogeografía de la Península de Brunswick, Magallanes I. Comunidades Mesohigromórficas e Higromórficas. Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile), *4* (1-3): 141 - 206.

SCHOENER, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. Science 174:27 - 37.

SIELFELD, W. 1984. Hábitos alimentarios del Huillin *Lutra provocax* (Mammalia, Carnívora, Mustelidae) en el medio marino de Chile Austral. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Seminario de Investigación para optar al Título de Licenciado en Ciencias. 35 pp.

SIELFELD, W. 1990. Dieta del Chungúngo (*Lutra felina* (Molina, 1782)) (Mustelidae, Carnívora) en Chile Austral. Investigaciones Científicas y Tecnológicas, serie:Ciencias Biológicas, 1.

SIELFELD, W.; VENEGAS; A. ATALA & J. TORRES. 1978. Prospección de otáridos en las costas de Magallanes. Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile), 9: 157 - 169.

SLOBODCHIKOFF, C.N. & W.C. SCHULZ. 1980. Measures of niche overlap. Ecology 61: 1051 - 1055.

ZAMORA, E. & A. SANTANA. 1979. Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 45°40' y 56°30' S. Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile), 10: 109 - 144.

An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso, 20: 109 – 114, 1989

USO DE DERIVADORES Y DISTRIBUCION DE CORRIENTES EN EL EMBALSE PEÑUELAS (VALPARAISO, CHILE)*

HERNAN VILLAGRAN y PATRICIO DOMINGUEZ

ABSTRACT

Using drifters as a field methodology to detecte wind-induced currents and preliminary data of current systems of reservoir Peñuelas are exposed. It is concluded: a satisfactory design of the difters; and the morphometric factor could play an important role on the direction of wind induced currents in Peñuelas.

INTRODUCCION

Los procesos involucrados en un sistema de corriente tales como la advección y difusión trubulenta juegan un rol preponderante en el transporte y distribución de organismos y sustancias disueltas diversas. A manera de ejemplo se puede indicar la distribución de sustancias químicas (Imboden y Schwarzenbach, 1985), la distribución espacio-temporal del plancton (George y Heaney, 1978; Mackas et al., 1985 y Webster, 1990), los procesos de sedimentación en embalses (Dussart, 1984) y los procesos de establecimiento de hidrófitas (Horsh y Stefan, 1988).

En Chile, en el ámbito de la oceanografía, se ha logrado describir las características de circulación en bahías mediante el uso de derivadores (Alvial y Moraga, 1986; Malet, 1991). Sin embargo, referente a la distribución de corrientes de sistemas lacustres se carece de representaciones espaciales y temporales, exceptuando aquella de superficie que logra Domínguez y Casanova (1990) para la Laguna Grande de San Pedro; esto contrasta con los numerosos trabajos existentes en el extranjero, tanto teóricos como de campo que usando metodologías y equipos sencillos de bajo costo, logran representaciones de corrientes de las masas de aguas continentales (Myers et al., 1982; George, 1981; Shulman y Bryson, 1961; Haines y Bryson, 1961; George y Edwards, 1976).

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos: 1. Describir una metodología de campo para detectar respuestas de una masa de agua a las condiciones de viento local, privilegiándose los fenómenos advectivos y 2. Presentar de manera preliminar, algunos aspectos referentes a la aplicación en terreno de la metodología propuesta en el sector oeste del embalse Peñuelas (sector de la represa).

AREA DE ESTUDIO

Los derivadores fueron probados en el sector oeste del embalse Peñuelas (33° 04' S; 71° 39' W), ubicado a 20 km al E de la ciudad de Valparaíso, correspondiente a la zona de la represa. Las dimensiones de este sector son de 1000 x 500 m aproximadamente.

La Figura 1 muestra el plano batimétrico proporcionado por la Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso ESVAL, correspondiendo la cota de 3 m al nivel actual del embalse (noviembre, 1990).

Sección Ecología. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4059, Valparaíso. Chile.

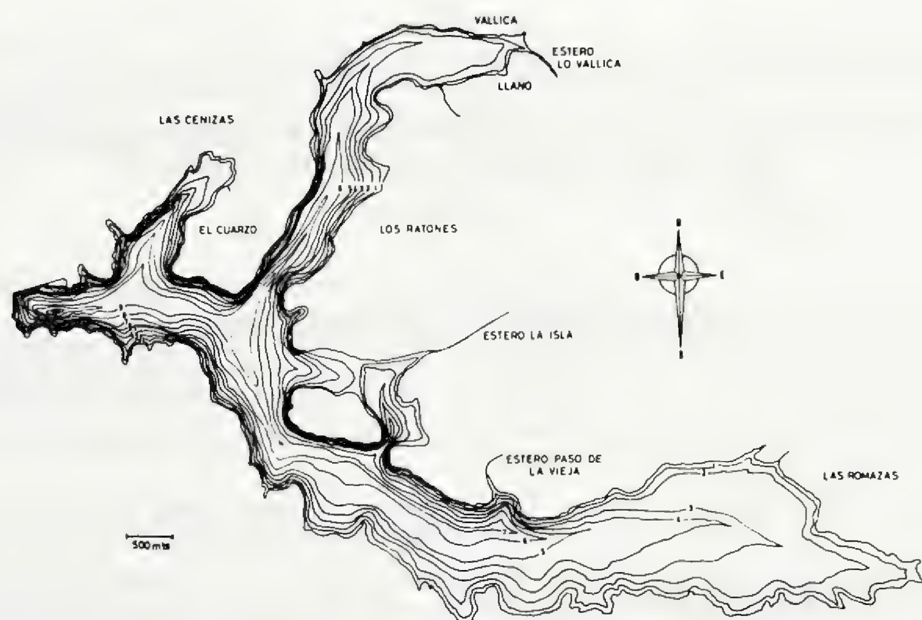


Fig. 1 Plano batimétrico del Embalse Peñuelas. Gentileza ESVAL-V Región.

1. ASPECTOS METODOLOGICOS

a) Diseño de derivadores:

El enfoque metodólogico se basa en el uso de derivadores como trazadores cuasi-lagragianos en la determinación de las tendencias generales del campo superficial de corrientes. La elección de tales instrumentos se fundamenta en su bajo costo, facilidad de operación y capacidad para visualizar en forma rápida las tendencias de flujo (Vachon, 1982).

Respecto a los criterios para una construcción óptima de estos trazadores existen variadas publicaciones que aseguran, en principio, un buen diseño (Vachon, 1974, 1982; Monahan y Monahan, 1973) y uso (Neshyba y Fonseca, 1981).

La expresión funcional de la fuerza de arrastre (F_D) que experimenta el sensor, viene dada por:

$$F_D = 1/2\ \delta \times C_D \times A\,(V_C - V_B)\ \ V_C - V_B$$

donde:

C_D: Coeficiente de arrastre del sensor

δ : Densidad del agua

A : Area de la sección transversal del sensor

V_C: Vector velocidad real de la corrriente a la profundidad de estudio.

V_B: Velocidad del sistema boya-sensor.

Al respecto, es de importancia señalar que el mantener constante el producto ($C_D \times A$), vale decir, el área de arrastre, independientemente de la dirección en que se mueva el sensor, es un criterio de selección del modelo (Vachon, 1982).

Por otra parte, uno de los aspectos críticos en la construcción de un derivador es la relación existente entre el área expuesta de la boya y el área del sensor. Los de gran tamaño y con áreas de 1 o 2 órdenes de magnitud respecto a la sección expuesta de la boya presenta una gran inercia, lo que permite una buena estimación del flujo medio al ser amortiguadas las fluctuaciones locales del campo de corrientes.

La boya que permite la flotabilidad del sistema debe ser lo más pequeña posible y estar sumergida en una gran proporción de su volumen, de tal modo que los efectos ejercidos por el viento, por los trenes de ondas y corrientes superficiales sean minimizados (Niiler et al., 1987). La elección de la forma esférica de la boya tiene como fundamentos, entre otros, la facilidad que presenta la evaluación del coeficiente de arrastre (C_D) y el grado de conocimiento que se tiene de la relación funcional entre éste y el número de Reynolds (re) asociado al flujo (hart y Little, 1976). Las boyas utilizadas son esfereas de poliestireno que han demostrado gran capacidad de flotabilidad, sustentando pesos de alrededor de 9 kg para un radio de 12.5 cm.

La geometría elegida para el sensor es una cruceta recta, cuyas hojas están constituidas de latón galvanizado. Esta estructura en cruceta recta estaría bien adaptada para realizar mediciones próximas a la superficie, debido a que su área de arrastre no es perturbada significativamente por la acción ondulatoria de superficie y por las variaciones que surgen debido a los cambios de orientación del aparato, como señal Vachon (1982). El mismo autor argumenta que tal estructura impone menos exigencias verticales a la boya, disminuyendo la posibilidad de ruptura de la estructura. Desde un punto de vista dinámico, la configuración elegida presenta para números de Reynolds

mayores que 1000, una independencia en el valor del coeficiente de arrastre (Pritchard y Burt, 1951).

Por otro lado, se postula que dado que las velocidades de las corrientes relativas al derivador son bajas, la figura geométrica del sensor no importa en demasía (Monahan y Monahan, 1973). Esto se entiende debido a que la forma adquiere importancia sólo cuando los números de Reynolds asociados al flujo relativo son altos. Sin embargo, si el producto (C_D x A) del sensor es elevado, el movimiento predominante del derivador estará determinado por el sensor, ya que la minimización de las influencias de la boya sobre la estructura sumergida permitirá que $V_B \approx V_C$; es decir; el trazado viajará con la corriente experimentando un arrastre casi nulo. De lo contrario, el sistema completo puede moverse hacia un nuevo volumen de agua cuyo flujo puede ser absolutamente distinto al que se estaba siguiendo inicialmente (Vachon, 1982).

En definitiva, se diseñó un derivador de tamaño medio, d4 alto grado de hundimiento, de peso apropiado para una postura vertical dentro del seno del fluido (Fig. 2a) y con una relación área expuesta (boya)/área sensor $<$ 1:10.

b) Fundamentos metodológicos

En atención a los factores limitantes que existen en nuestro medio para llevar a cabo una descripción a gran escala del campo de corrientes superficiales en un lago, se ha desarrollado una visión local, aproximadamente sinóptica, de la dinámica que se genera en sectores definidos y aislados de éste. La selección de tales unidades de estudio está guiada por las características particulares del cuerpo de agua que se está observando, tales como la morfometría local y los procesos hidrodinámicos que se generan en las fronteras. Una vez detallada la dinámica de varios sectores, sería posible obtener una visión sinóptica del sistema de corrientes del lago. El análisis por unidad debe ser progresivo en el tiempo de modo de ir cubriendo la totalidad del sistema lacustre.

Es probable, que las dimensiones relativas del lago o embalse bajo observación influirán en la factibilidad del tratamiento anterior, en términos de tiempo empleado en la caracterización de cada sector y frecuencia de muestreo.

Además, como se pretende obtener y describir la evolución diaria de la dinámica superficial interna de la zona de la represa, los intervalos temporales de medición y las escalas espaciales consideradas no deben permitir detectar fenómenos de corto alcance y duración (Kriwan et al., 1979).

La búsqueda de información puede, entonces, orientarse desde dos puntos de vista: a) mediciones en las fronteras de la zona a fin de visualizar probables intercambios de agua superficial entre el interior y el exterior de ésta, y b) trabajo dentro del sector a objeto de visualizar su dinámica interna

c) Métodos de terreno

El procedimiento de trabajo seguido se ha estructurado según las siguientes etapas:

* La configuración inicial de distribución de los derivadores se asoció a las condiciones ambientales imperantes al momento de comenzar el estudio; se pretendió representar la probable evolución del sistema a lo largo del día. Es así como se posiciona los derivadores tanto en la frontera, en la búsqueda de posibles intercambios de agua, como en el interior de la región, para detectar respuestas locales.

* Seguimiento de los derivadores desde dos puntos ubicados en las riberas, a intervalos de tiempo regulares. Haines y Bryson (1961), Shulman y Bryson (1961), George (1981) y (Myers et al. (1982) señalan seguimientos con teodolitos fijos en tierra o con compaces magnéticos fijos en el bote. Debido a las restricciones de material, los autores han utilizado compases magnéticos de precisión, estableciéndose las posiciones en relación al norte magnetico. De acuerdo a las características del material se estima un error de $\pm$ 5 grados en el posicionamiento. La determinación de la posición se llevó a cabo, dentro de lo posible, a intervalos de tiempo regulares.

Cabe destacar que, aunque las escalas espaciales de la región que se estudió fueron del orden del kilómetro, la visibilidad para la localización de los derivadores no siempre fue buena; la adopción de banderas de color rojo fue una solución parcial que no siempre logró contrarrestar los procesos de encubrimiento que produjo el color del agua y las reflecciones luminosas.

Simultáneamente, se registró magnitud y dirección del viento en forma continuada, con un anemómetro manual y una veleta, respectivamente, localizadas en tierra sobre un sector libre de vegetación.

2. CAMPOS DE CORRIENTES SUPERFICIALES DEL SECTOR OESTE DEL EMBALSE PEÑUELAS: RESULTADOS PRELIMINARES

La estimación del campo de corrientes superficiales se hizo utilizando dos procedimientos a) seguimiento visual de los derivadores y b) seguimiento con instrumentos.

En la Figura 2 (b,c) se representan las trayectorias aproximadas seguidas por los derivadores bajo condiciones de vientos del Norte y Sur. Se aprecia que condiciones de viento Sur generan una

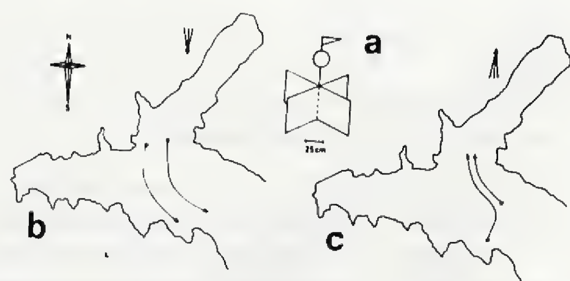


Fig. 2 Trayectorias de los derivadores en el área de la represa del embalse Peñuelas. a) Modelo de derivador utilizado. b) Vientos del norte. c) Vientos del sur.

corriente cuyo origen sería producto de la acción del viento sobre el eje principal del embalse; esta corriente fluye hacia la ribera norte. Este hecho viene a demostrar que los derivadores responden sensiblemente a cambios en la dirección cuando son cogidos por una corriente lateral asociada al eje principal del lago (Figura 2c).

Sin embargo, se puede visualizar que en general las trayectorias de las corrientes siguen la dirección del viento, estableciéndose un flujo de agua que entra al sector de la represa cuando el viento proviene del este. Los vientos del norte y del sur, en cambio, establecen una dinámica que compromete el brazo adyacente a la represa y el eje principal del lago, aislando el área de la represa la cual presenta una dinámica particular.

Estas observaciones han sido reafirmadas cuando las trayectorias de los derivadores se han trazado en función de sus posiciones secuenciales determinadas con compás magnético (Fig. 3). Así, los vientos del SW imponen un régimen de corrientes que se dirige hacia el NE (Fig. 3a), en tanto que los vientos del SE (Fig. 3b) generan corrientes que incorporan agua al sector de la represa.

En la Figura 3 (c,d) se expone la evolución diaria de dos configuraciones, observándose que los vientos del SE determinan movimiento de los derivadores hacia el W (entran a la represa), pero los vientos de S-SW que soplan posteriormente logran imponer un régimen de corrientes que se orienta hacia el NE. Además, se observan corrientes cercanas a la ribera norte que probablemente corresponderían a un flujo litoral superficial (Fig. 3).

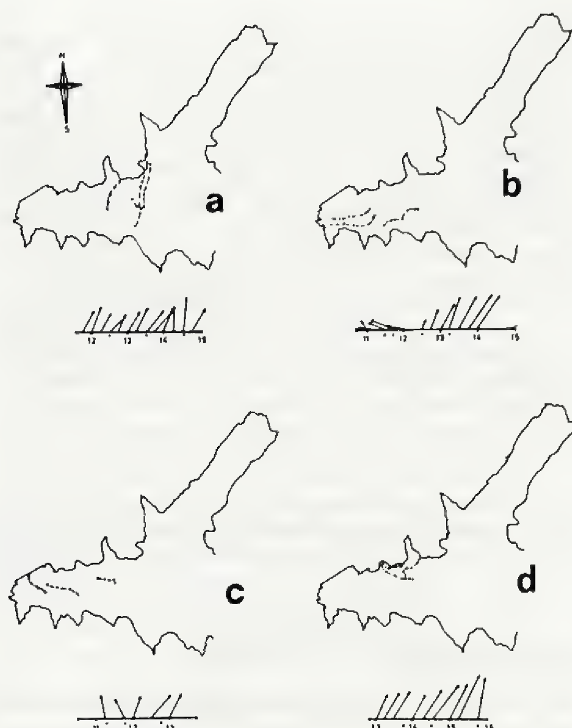


Fig. 3 Trayectorias de los derivadores medidas con compás magnético en el área de la represa el embalse Peñuelas. a) Vientos del sur. b) Vientos del este. c y d) Observaciones en un mismo día con dos configuraciones iniciales secuenciales bajo vientos del sur.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La metodología propuesta hace uso intensivo de derivadores lagragianos y entre los factores de importancia para la obtención de una descripción coherente son: una adecuada disposición inicial de los derivadores, un buen posicionamiento desde puntos fijos bien definidos y derivadores sensibles capaces de detectar heterogeneidades espaciales de la distribución de corrientes.

A pesar de que no fue posible desarrollar una comparación metodológica para evaluar el grado de representatividad de las trayectorias observadas, las desviaciones percibidas respecto del viento garantizan el correcto diseño de los instrumentos utilizados.

Los resultados preliminares indican que, en general, las corrientes inducidas por el viento son paralelas a éste, aunque existe un cierto retardo en las respuestas luego de producirse un cambio de dirección del viento (Figs. 3 b, c, d). Las observaciones de campo parecen indicar un predominio de la morfometría asociada a la dirección del viento. Se postularía, entonces, que vientos provenientes del N, NE, S y SW involucrarían al brazo adyacente a la zona en la circulación en tanto que vientos del N, NW, S y SE comprometerían al eje longitudinal del lago, ejerciendo influencias diferenciadas sobre el área de estudio. Debido a estas grandes áreas de exposición al viento se desarrollarían corrientes inerciales residuales, que afectarían al sector en estudio y serían la causa de una respuesta retardada a la acción del viento.

De acuerdo a la Figura 2 b y c se puede postular que habría un aislamiento en superficie de la zona de la represa ya que no se ha detectado un intercambio superficial de agua por los bordes.

Respecto a la existencia de fenómenos de transporte litoral (Figuras 3 a y d) requiere de mayores observaciones para validar su presencia como respuesta advectiva estable propia del sector.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. HECTOR VIDAL M., Administrador de la Planta de Filtros de Agua Potable y Embalse Peñuelas, su buena disposición y las facilidades otorgadas durante la ejecución de este trabajo, fundamental para la realización de la investigación: al Sr. HECTOR JERIA, el apoyo logístico y a la Sra. CARMEN TOBAR, la confección de los dibujos.

REFERENCIAS

ALVIAL, A.M. & MORAGA, J.O., 1986. Estudio de la circulación en la bahía de Iquique (20º 12' S, 70º 10' W) usando derivadores. Investigaciones Marinas Valparaíso, *14*:17 - 33.

DOMINGUEZ, P. & CASANOVA, D., 1990. Advección superficial de fitoplancton en Laguna Grande de San Pedro (Concepción, Chile). An. Mus. Hist. Nat. Valpo., *20* (en prensa).

DUSSART, B.H., 1984. Los sedimentos en los embalses. En:Embalses Fotosíntesis y Productividad Primaria. pp. 27 - 31. Editores: N. Bahamonde y S. Cabrera. Editorial Universidad de Chile.

GEORGE, D.G., 1981. Wind-induced water movements in the South Basin of Windermere. Freshwater Biol., *11*:37 - 60.

GEORGE, D.G. & EDWARDS, R.W., 1976. The effect of wind on the distribution of clorophyll "a" and crustacean plankton in a shallow eutrophic reservoir. J. Appl. Ecol., *13*:667 - 690.

GEORGE, D.G. & HEANEY, S.I., 1978. Factors influencing the spatial distribution of phytoplankton in a small productive lake. J. Ecol., *66*:133 - 155.

HAINES, D.A. & BRYSON, R.A., 1961. An empirical study of wind factor in lake Mendota. Limnol. Oceanogr., *6*:356 - 364.

HART, F. X. & LITTLE, C.A., 1976. Student investigation models for the drag force. Am. J. Phys., *44*(9):872 - 878.

HORSH,, G.M. & STEFAN, H.G., 1988. Convective circulation in littoral water due surface cooling. Limnol. Oceanogr., *33*(*5*):1068 - 1083.

IMBODEN, D.M. & SCHWARZENBACH, R.P., 1985. Spatial and temporal distribution of chemical substances in lakes: modeling conceptes, pp: 1 - 30. In: Chemical Processes in Lakes. Werner Stumn (Eds.). John Wiley and Sons.

KIRWAN, A.D. Jr; Mc NALLY, G.; PAZAN, S. & WERT, R., 1979. Analysis of surface current response to wind. J. Phys. Oceanogr., *9*:401 - 412.

MACKAS, D.L.; DENMANN, K.L. & ABBOTT, M.R., 1985. Plankton Patchiness:Biology in the physical Vernacular. Bull. Mar. Sc. *37*(2):652 - 674.

MALET, B., 1991. Estudio del sistema de circulación en la bahía de Quintero (32º 45' S, 71º 30' W) utilizando derivadores

MALET, B., 1991. Estudio del sistema de circulación en la bahía de Quintero (32º 45' S, 71º 30' W) utilizando derivadores lagragianos con sistema electromecánico. Ciencia y Tecnología del Mar (CONAP). (en prensa).

MYERS, E.J.; OLDHAM, R.S. & FERGUSON, A.J.D., 1982. Circulation patterns; their investigation and prediction. Hydrobiologia, *88*:67 - 77.

MONAHAN, E.C. & MONAHAN, E.A., 1973. Trends in drogue design. Limnol. Oceanogr., *18*(6):981 - 985.

NESHYBA, S. & FONSECA, T., 1981. Corrientes costeras. Manual de mediciones y análisis. Investigaciones Marinas. Suplemento al Vol. 7:132pp.

NIILER, P.P.; RUSS, E.D. & WHITW, H.J., 1987. Water - following characteristics of a mixed layer drifter. Deep - Sea Res., *34*(11):1867 - 1881.

PRITCHARD, D.W. & BURT, W.V., 1951. An inexpensive and rapid technique for obtaining currente profiles in estuarine waters. J.Mar. Res., *10*(2):180 - 189.

SHULMAN, M.D. & BRYSON, R.A., 1961. The vertical variation of wind-driven currents in lake Mensota. Limnol. Oceanogr., *6*:347 - 355.

VACHON, W.A., 1974. Improved drifting buoy performace by scale model drogue testing. Marine Technology Society Journal, *8*:58 - 62.

VACHON, W.A., 1982. Drifters. In: Publ. Air - Sea Interaction, Instruments and Method, pp. 201 - 218. F. Dobson, L. Hasse & R. Davis (Eds.). Plenum Press.

WEBSTER, I.T., 1990. Effect of wind on the distribution of phytoplankton cells in lakes. Limnol. Oceanogr., *35*(5):989 - 1001.

Deseamos canje con publicaciones similares.
Exchange with similar publications is desired.
On prie de bien vouloir établir l'echange.
Wit bitten um Austauch mit aehnlichen Fachzeitschriften.

Dirigirse: Museo de Historia Natural - Casilla 3208 - Valparaíso - Chile.